



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

**Physique**  
Livret des cours

**Physics**  
Catalogue of courses

A decorative graphic featuring a horizontal row of colorful hexagons in shades of white, yellow, orange, red, pink, purple, and green. Below this row are several blue wavy lines that create a sense of motion and depth. The letters 'SB' are prominently displayed in a large, white, bold font on the right side of the graphic.

**SB**

Année académique / Academic Year 2004 - 2005



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE  
S U I S S E

## Faculté des Sciences de Base (SB)

*Administratrice de la Faculté*  
Mme Anna Ekmark  
Email [anna.ekmark@epfl.ch](mailto:anna.ekmark@epfl.ch)  
Web <http://sb.epfl.ch/>

### Section de Mathématiques (SMA)

MA - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 25 35  
Fax 021 693 55 10  
Email [anne-lise.courvoisier@epfl.ch](mailto:anne-lise.courvoisier@epfl.ch)  
Web <http://sma.epfl.ch/>

### Section de Chimie et Génie Chimique (SCGC)

BCH - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 98 48  
Fax 021 693 98 55  
Email [yolande.illera@epfl.ch](mailto:yolande.illera@epfl.ch)  
Web <http://scgc.epfl.ch/>

### Section de Physique (SPH)

PH - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 33 00  
Fax 021 693 44 44  
Email [suzanne.claudet@epfl.ch](mailto:suzanne.claudet@epfl.ch)  
Web <http://sph.epfl.ch/>

## Faculté de l'Environnement Naturel et Construit (ENAC)

*Secrétariat de la Faculté*  
Mme Béatrice Bouy  
Email [beatrice.bouy@epfl.ch](mailto:beatrice.bouy@epfl.ch)  
Web <http://enac.epfl.ch>

### Section d'Architecture (SAR)

Bâtiment Polyvalent (BP)  
CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 32 11  
Fax 021 693 73 90  
Email [secretariat.sar@epfl.ch](mailto:secretariat.sar@epfl.ch)  
Web <http://sar.epfl.ch>

### Section de Génie Civil (SGC)

GC - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 28 05  
Fax 021 693 63 50  
Email [secretariat.sgc@epfl.ch](mailto:secretariat.sgc@epfl.ch)  
Web <http://sgc.epfl.ch/>

### Section des Sciences et Ingénierie de l'Environnement (SSIE)

GR - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 27 71  
Fax 021 693 57 30  
Email [secretariat.ssie@epfl.ch](mailto:secretariat.ssie@epfl.ch)  
Web <http://ssie.epfl.ch/>

## Faculté des Sciences et Techniques de l'Ingénieur (STI)

*Administratrice de la Faculté*  
Sylviane Pluss  
email [sylviane.pluss@epfl.ch](mailto:sylviane.pluss@epfl.ch)  
Web <http://sti.epfl.ch/>

### Section de Génie Mécanique (SGM)

GM - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 47 ou 73 62  
Fax 021 693 25 25  
Email [bibiane.meyer@epfl.ch](mailto:bibiane.meyer@epfl.ch)  
Web <http://sgm.epfl.ch>

### Section de Science et Génie des Matériaux (SMX)

MX-Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 45 ou 28 23  
Fax 021 693 29 35  
Email [christina.deville@epfl.ch](mailto:christina.deville@epfl.ch)  
Web <http://smx.epfl.ch/>

### Section de Microtechnique (SMT)

BM - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 39 25 ou 48 37  
Fax 021 693 78 00  
Email [marie-jose.seywert@epfl.ch](mailto:marie-jose.seywert@epfl.ch)  
Web <http://smt.epfl.ch>

### Section de Génie Électrique et Électronique (SEL)

SEL - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 46 18 ou 39 84  
Fax 021 693 46 60  
Email [suzanne.buffat@epfl.ch](mailto:suzanne.buffat@epfl.ch)  
Web <http://sel.epfl.ch/>

## Faculté Informatique et Communication (I&C)

*Administratrice de la Faculté*  
Mme Sylviane Dal Mas  
Tél. 021 693 56 37  
Email [sylviane.dalmas@epfl.ch](mailto:sylviane.dalmas@epfl.ch)  
Web <http://ic.epfl.ch/>

### Section des Systèmes de Communication (SSC)

EL - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 66 61 ou 54 41  
Fax 021 693 47 10  
Email [martine.emery@epfl.ch](mailto:martine.emery@epfl.ch)  
Email [christine.gil@epfl.ch](mailto:christine.gil@epfl.ch)  
Web <http://ssc.epfl.ch/>

### Section d'Informatique (SIN)

IN - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 52 08 ou 76 66  
Fax 021 693 47 10  
Email [cecilia.bigler@epfl.ch](mailto:cecilia.bigler@epfl.ch)  
Email [chantal.menghini@epfl.ch](mailto:chantal.menghini@epfl.ch)  
Web <http://sin.epfl.ch>

## Faculté Sciences de la Vie (SV)

*Doyen a. i.*  
M. Benoît Dubuis  
Email [benoit.dubuis@epfl.ch](mailto:benoit.dubuis@epfl.ch)  
Web <http://sv.epfl.ch>

### Section des Sciences et Technologies du Vivant (SSV)

SG - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 16 34  
Email [william.pralong@epfl.ch](mailto:william.pralong@epfl.ch)

## Collège des Humanités (CdH)

### Section de Management de la Technologie et Entrepreneuriat (SMTE)

Tél. 021 693 24 63  
Fax 021 693 50 60  
Email [angela.crausaz@epfl.ch](mailto:angela.crausaz@epfl.ch)  
Web <http://cdh.epfl.ch>

### Programme d'enseignement en Sciences Humaines et Sociales (P-SHS)

Tél. 021 693 48 33  
Fax 021 693 19 00  
Email [claud.zwicky@epfl.ch](mailto:claud.zwicky@epfl.ch)  
Web <http://cdh.epfl.ch>

## Autres unités

### Cours de Mathématiques Spéciales (CMS)

CMS - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 22 95  
Fax 021 693 62 90  
Email [marinette.auer@epfl.ch](mailto:marinette.auer@epfl.ch)  
Web <http://cmswww.epfl.ch/>

### Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP)

PPB - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 34 82  
Fax 021 693 51 76  
Email [ingrid.demesel@epfl.ch](mailto:ingrid.demesel@epfl.ch)  
Web <http://crppwww.epfl.ch/>

### Centre Interdisciplinaire de Microscopie Électronique (CIME)

Centre rattaché au SB  
MX - C-Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 29 76  
Fax 021 693 44 01  
Web <http://cimewww.epfl.ch/>

### Communauté d'Études pour l'Aménagement du Territoire (CEAT)

Av. de l'Église-Anglaise 14  
CH-1006 Lausanne  
Tél. 021 693 41 65  
Fax 021 693 41 54  
Email [secretariat.ceat@epfl.ch](mailto:secretariat.ceat@epfl.ch)  
Web <http://ceat.epfl.ch>

### Institut international de Management pour la Logistique (IML)

GC - Ecublens, CH-1015 Lausanne  
Tél. 021 693 54 33  
Fax 021 693 50 60  
Email [direction.iml@epfl.ch](mailto:direction.iml@epfl.ch)  
Web <http://imlwww.epfl.ch>

*Site Web de l'EPFL*  
<http://www.epfl.ch/>

### Adresse de contact

Tél. 021 693 43 45  
Fax 021 693 30 88

*Editeur* | © EPFL (juin 2004)  
*Impression* | IRL / Lausanne  
*Couverture* | D. S. Stefanovich  
OH NO, OH YES! Design / Lausanne  
[ohnooohyes.design@worldcom.ch](mailto:ohnooohyes.design@worldcom.ch)



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

## TABLE DES MATIÈRES

Informations générales	.....	1
General informations	.....	6
Calendrier académique	.....	11
Ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master	.....	13
Ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master	.....	17
<u>Début des sections</u>	.....	25

## INFORMATIONS GENERALES

### A. Etudes de diplômes

#### ① Eventail des sections

Vous pourrez entrer à l'EPFL, suivant vos goûts, vos aptitudes et vos projets professionnels dans l'une des sections d'études suivantes :

- Architecture
- Chimie et Génie chimique
- Génie électrique et électronique
- Génie civil
- Génie mécanique
- Informatique
- Management de la technologie et entrepreneuriat
- Mathématiques
- Microtechnique
- Physique
- Science et génie des matériaux
- Sciences et ingénierie de l'environnement
- Sciences et technologies du vivant
- Systèmes de communication

La formation de bachelor est de 3 ans et la formation de master est de 1 an et demi à 2 ans selon la spécialité, à part pour l'Architecture qui est de 5 ans et demi pour la formation complète.

#### ② Inscription

Elle est fixée entre le 1er avril et le 15 juillet (sauf pour les échanges officiels).

Les demandes doivent être adressées au Service académique (voir adresse en 2<sup>ème</sup> page).

#### ③ Périodes des cours

- Semestre d'hiver : fin octobre à mi-février
- Semestre d'été : mi-mars à fin juin

#### ④ Périodes des examens

- Session de printemps : deux dernières semaines de février
- Session d'été : trois premières semaines de juillet
- Session d'automne : deux dernières semaines de septembre et première semaine d'octobre

### B. Renseignements et démarches

#### ① Comment venir en Suisse et obtenir un permis de séjour ?

##### Visa

Suivant le pays d'origine, un visa est indispensable pour entrer en Suisse. Dans ce cas, il faut solliciter un visa d'entrée pour études auprès du représentant diplomatique suisse dans le pays d'origine en présentant la lettre d'admission qui est envoyée par le Service académique de l'EPFL, dès acceptation de l'admission.

Les visas de "touristes" ne peuvent en aucun cas être transformés en visas pour études après l'arrivée en Suisse.

##### Etudiants étrangers sans permis de séjour

A son arrivée en Suisse, l'étudiant se présente au bureau des étrangers de son lieu de résidence, avec les documents suivants :

- Passeport avec visa pour études si requis
- Rapport d'arrivée remis par le bureau des étrangers
- Questionnaire étudiant remis par le bureau des étrangers
- Attestation de l'Ecole remise par l'EPFL à la semaine d'immatriculation
- 1 photo format passeport, récente
- Attestation bancaire d'un montant suffisant à couvrir la durée des études mentionnées sur l'attestation de l'école **ou**
- Relevé bancaire assorti d'un ordre de virement permanent **ou**
- Attestation de bourse suisse ou étrangère (le montant alloué doit obligatoirement être indiqué) **ou**
- Déclaration de garantie des parents (formule disponible au bureau des étrangers. Doit être complétée par le père ou la mère, attestée par les autorités locales et accompagnée d'un ordre de virement) **ou**
- Déclaration de garantie d'une tierce personne (formule disponible au bureau des étrangers. Le garant doit être domicilié en Suisse et prouver des moyens financiers suffisants pour assurer l'entretien de l'étudiant. Sa signature doit être légalisée par les autorités locales).
- Attestation d'assurance maladie et accident prouvant que les frais médicaux et d'hospitalisation sont couverts en Suisse.

La demande de permis de séjour ne sera enregistrée qu'après obtention de tous les documents requis.

# INFORMATIONS GENERALES

## Organisation des études

Dès l'automne 2003, la formation à l'EPFL introduit progressivement le processus issu de la déclaration de Bologne, visant à coordonner et accréditer les titres et formations en Europe.

Les formations d'ingénieurs, d'architectes et de scientifiques à l'EPFL comporteront ainsi deux étapes d'études conduisant à deux titres :

- La formation de bachelor, d'une durée normale de 3 ans, correspondant à 180 crédits ECTS, qui est un titre académique permettant de poursuivre ses études par un master, à l'EPFL ou dans une autre institution universitaire analogue en Europe ;
- La formation de master, d'une durée normale de 1 an et demi à 2 ans, selon la spécialité, qui conduit à un titre professionnel de Master EPFL. Elle comprend donc de 90 à 120 crédits selon les domaines, en incluant un travail pratique de 30 crédits.

Ce système de crédits est en parfait accord avec le cadre général proposé par les instances européennes, à savoir le système ECTS (European Credit Transfer System). Un crédit correspond approximativement à 25-30 heures de travail de la part de l'étudiant.

Chaque année de formation à l'EPFL est divisée en deux semestres de 14 semaines, les examens ayant lieu en dehors de ces périodes.

Les treize voies de formation de bachelor débutent par une année propédeutique, dont l'essentiel consiste en un approfondissement en sciences de base (mathématiques, physique, chimie, sciences du vivant), complété par une initiation au domaine de spécialité. Une proportion de 10 % de sciences humaines fait également partie du cursus.

L'accès à la deuxième année de bachelor implique la réussite du contrôle de l'année propédeutique, basée sur le principe des moyennes et conduisant à l'acquisition de 60 crédits ECTS.

La suite de la formation de bachelor, correspondant de 90 à 120 crédits ECTS supplémentaires, consiste en une consolidation de la formation scientifique et en l'acquisition des branches fondamentales du domaine de spécialité, tout en conservant un caractère polytechnique.

A la fin de cette période de formation de base de 3 ans, la formation de master, acquise à l'EPFL, à l'EPFZ ou dans toute autre institution de même niveau en Europe, conduira à la maîtrise d'un domaine professionnel.

L'EPFL introduira une formation de master pour toutes les sections dès l'automne 2004.

Le contrôle des connaissances revêt plusieurs formes : examens oraux ou écrits, laboratoires, travaux pratiques, projets.

Professeur Marcel Jufer



Vice-président pour la formation

## INFORMATIONS GENERALES

### Etudiants étrangers avec permis de séjour B

Documents à présenter dans tous les cas :

- Passeport ou autre pièce d'identité
  - Questionnaire étudiant
  - Attestation de l'Ecole
  - Attestation bancaire **ou**
  - Relevé bancaire **ou**
  - Attestation de bourse **ou**
  - Déclaration de garantie
- + 1. Si habitant de Lausanne  
- permis de séjour
2. Si venant d'une commune vaudoise  
- permis de séjour avec visa de départ de la dernière commune de domicile  
- bulletin d'arrivée
3. Si venant d'une autre commune de Suisse  
- permis de séjour avec visa de départ de la dernière commune de domicile  
- Rapport d'arrivée  
- 1 photo

### Etudiants mariés

Le BUREAU DES ÉTRANGERS ne délivre aucun permis de séjour aux conjoints (sauf s'ils sont eux aussi immatriculés), ni à leurs enfants. Conjoints et enfants peuvent cependant faire chaque année deux séjours de 90 jours en Suisse au titre de "touristes".

### Prolongation du permis de séjour

Les étudiants étrangers régulièrement inscrits dans une université ou école polytechnique suisse obtiennent, sur demande, un permis de séjour d'une année, renouvelable d'année en année, mais limité à la durée des études. Ce permis ne peut pas être transformé en permis de séjour normal, accompagné d'un permis de travail régulier en Suisse. Les étudiants en provenance de l'étranger doivent donc quitter la Suisse peu après la fin de leurs études.

## ② Finances, taxes de cours et dispenses

Les montants mentionnés ci-dessous (valeur 04/05) peuvent être modifiés par le Conseil des écoles polytechniques fédérales.

### Finances et taxes de cours

Au début de chaque semestre et dans les délais, chaque étudiant doit payer ses finances et taxes de cours au moyen du bulletin de versement qui lui parvient par la poste ou qui est remis aux nouveaux étudiants lors de la semaine d'immatriculation (deux semaines avant le début des cours du semestre d'hiver).

Les finances et taxes de cours s'élèvent, par semestre, à FS 603.-. De plus une taxe d'immatriculation de FS 50.- pour les porteurs d'un certificat suisse et de FS 110.- pour les porteurs d'un certificat étranger est perçue au 1er semestre à l'EPFL.

### Dispenses

Des demandes de dispenses (uniquement de la finance de cours) peuvent être déposées au Service social de l'EPFL dans les premiers jours du mois de septembre précédant l'année académique concernée. Les étrangers non résidant en Suisse ne peuvent pas déposer de demande pour leur première année d'études.

Il est impératif d'assurer le financement des études avant de s'inscrire à l'EPFL, pour éviter une perte de temps, des désillusions et pour assurer une bonne intégration.

## ③ Assurance maladie et accident

L'assurance maladie et accidents est obligatoire en Suisse. Tout étudiant étranger doit s'affilier à une assurance reconnue par la Suisse. S'ils le désirent, les étudiants peuvent adhérer, à l'assurance collective de l'EPFL, la SUPRA.

Pour un séjour de courte durée et si les conditions requises sont remplies, une **dérogation** est possible.

En outre, il est impératif d'arriver en Suisse avec une dentition en bon état, car les frais dentaires n'étant pas pris en charge par les caisses maladie, les factures peuvent atteindre une somme considérable pour un étudiant.

Pour tout renseignement et adhésion, prière de s'adresser au Service social (voir adresse en page de couverture).

## ④ Office de la mobilité

L'office de la mobilité organise les échanges d'étudiants.

- Il informe les étudiants de l'EPFL intéressés à un séjour d'études dans une autre Haute école suisse ou étrangère.
- Il prépare l'accueil des étudiants étrangers venant accomplir une partie de leurs études à l'EPFL (logement, renseignements pratiques, etc...).

Les heures de réception figurent en page de couverture.

## ⑤ Service social

Pour tout conseil en cas de difficultés économiques, administratives ou personnelles, les étudiants peuvent consulter le Service social de l'EPFL.

Les heures de réception figurent en page de couverture.

## INFORMATIONS GENERALES

### ⑥ Documents officiels pendant les études

#### Calendrier académique

Ce document, joint à l'admission définitive, donne toutes les dates et échéances indispensables pour les études.

#### Horaire des cours

Ce document est à disposition au Service académique ou à l'adresse Internet <http://daawww.epfl.ch/daa/sac/>. Il est édité chaque semestre et contient, pour chaque section, le placement à l'horaire et le lieu où se déroulent les cours, exercices et travaux pratiques.

### ⑦ Langues d'enseignement

Une bonne connaissance du français est indispensable pour les études de bachelor. La langue d'enseignement au niveau de master est essentiellement en anglais.

Un cours intensif de français est organisé de mi-septembre à mi-octobre pour les nouveaux étudiants étrangers.

## C. Vie pratique

### ① Coût des études

#### Budget

Le budget annuel indicatif est le suivant :

• frais de scolarité et matériel	FS	2'500.-
• Logement	FS	6'000.-
• Nourriture	FS	6'000.-
• Habits et effets personnels	FS	2'000.-
• Assurances, transports, divers	FS	3'500.-
<b>Total</b>	<b>FS</b>	<b>20'000.-</b>

#### Frais courant d'entretien

Les frais de nourriture se montent au minimum à FS 500.- par mois.

Les coûts du matériel scolaire varient sensiblement. En début de formation, les étudiants doivent parfois s'équiper pour le dessin, acheter des machines à calculer, etc. Les cours photocopiés édités à l'EPFL contribuent à limiter les frais, mais il faut compter un minimum de FS 1'200.- par an pour pouvoir étudier sans être trop dépendant des bibliothèques et du matériel d'autrui.

Les loisirs représentent un montant indispensable du budget pour maintenir un équilibre personnel et étendre sa culture générale. Il faut compter environ FS 30.- pour aller au spectacle et entre FS 12.- et FS 15.- pour une place au cinéma.

D'autres frais sont importants dans un budget mensuel : le logement, les finances de cours, les transports, l'assurance maladie et accident (voir chapitres correspondants).

### ② Logement

Lausanne est une agglomération de 200'000 habitants. Malgré sa taille, elle ne possède pas de campus universitaire et il appartient à chacun de se trouver un logement.

#### Service du logement

A disposition des étudiants de l'Université de Lausanne et de l'EPFL, le Service des affaires socioculturelles de l'Université de Lausanne est situé dans le bâtiment du Rectorat et de l'Administration.

Ce service centralise les offres de chambres chez l'habitant, en ville ou à proximité des deux Hautes Ecoles. Il peut s'agir de chambres dépendantes (dans un appartement privé) ou de chambres indépendantes (prix entre FS 400.- et FS 500.-).

Les heures de réception figurent en 2<sup>ème</sup> page.

#### Foyers pour étudiants

Ils offrent plus de 1000 lits pour une communauté universitaire de 12'000 étudiants (Université de Lausanne + EPFL). Dans les foyers, les loyers mensuels varient entre FS 300.- et FS 600.-.

La Fondation Maisons pour étudiants gère plusieurs immeubles comprenant des chambres meublées ou non et des studios. Pour tous renseignements et réservations concernant ces foyers, réservés aux étudiants, s'adresser à la Direction des Maisons pour étudiants ou au Foyer catholique universitaire dont les adresses figurent en 2<sup>ème</sup> page.

#### Studios et appartements

Les prix des studios et appartements commencent dès FS 600.- par mois. Il faut savoir que la gérance ou le propriétaire demandent, avant d'entrer dans le logement, une garantie de trois mois de loyer. Ainsi, pour obtenir la location d'un studio à FS 600.- par mois, la garantie s'élèvera à FS 1'800.- plus le loyer du premier mois, soit au total FS 2'400.-.

La plupart des logements sont loués non meublés. Pour un aménagement sommaire, avec du mobilier neuf, mais modeste, il faut compter FS 2'500.-. Beaucoup d'étudiants ont recours à la récupération et aux occasions, ce qui diminue quelque peu ce montant. Les cuisines sont habituellement équipées d'un petit frigo, d'une cuisinière et de placards.

Il est d'usage que les immeubles assez récents soient pourvus d'une buanderie collective où les locataires

## INFORMATIONS GENERALES

utilisent une machine à laver à tour de rôle, contre paiement.

De plus, il faut absolument faire établir un devis avant de commander des travaux tels que mise en place de moquette et rideaux, d'installations électriques et du téléphone, pour éviter des surprises désagréables.

Pour l'usage du téléphone, les PTT demandent une garantie jusqu'à FS 2'500.-. L'abonnement mensuel coûte de FS 20.- à FS 30.-.

### ③ Restauration

Divers restaurants et cafétérias sont à la disposition des étudiants de l'EPFL qui peuvent y prendre leur repas de midi et du soir. Les étudiants peuvent acheter à l'AGEPOLY des coupons-repas, leur donnant droit à un prix de FS 6.50 par repas (valeur octobre 1999).

### ④ Travaux rémunérés

Les possibilités pour un étudiant de payer ses études en travaillant sont soumises à trois types de contraintes.

#### Contrainte légale

La Police cantonale des étrangers autorise les étudiants étrangers, 6 mois après leur arrivée, à travailler au maximum 15 heures par semaine, pour autant que cet emploi ne compromette pas les études. Un permis de travail spécial est alors accordé. La police exerce un contrôle constant et efficace sur les étudiants-travailleurs. Les démarches sont à faire auprès du Service social.

#### Contrainte académique

L'horaire compte environ 32 heures de cours, exercices et travaux pratiques par semaine auxquelles il convient d'ajouter 15 à 20 heures de travail personnel régulier (sans compter les préparations d'examens). Avec une charge de 50 à 60 heures par semaine, il est difficile de gagner beaucoup d'argent en parallèle.

#### Contrainte conjoncturelle

Comme partout, la récession se fait sentir en Suisse et il n'est pas facile de trouver du travail. Voici un aperçu du salaire-horaire pour certains travaux :

- baby-sitting FS 8.- / heure
- traductions FS 35.- / page
- magasinier FS 16.- / heure
- leçons de math. FS 20.- / heure
- assistant-étudiant FS 21.- / heure

Un panneau d'affichage répertoriant des offres de petits travaux se trouve à l'extérieur du Service social.

### ⑤ Transports

Le site principal de l'EPFL et de l'Université de Lausanne est relié à la gare CFF de Renens et à la place du Flon au centre de Lausanne par le Métro-Ouest (TSOL).

### ⑥ Parkings

Des parkings sont à disposition des étudiants sur le site de l'EPFL, moyennant l'acquisition au bureau "Accueil-information" (centre Midi - 1er étage) d'une vignette semestrielle de FS 75.- ou annuelle de FS 150.- (valeurs janvier 95).

### ⑦ Aide aux études

#### Les bibliothèques

Pour compléter les possibilités de la Bibliothèque Centrale et les connaissances à acquérir, de nombreux départements et laboratoires disposent de leur propre bibliothèque.

#### Les salles d'ordinateurs

Certains cours ont lieu dans des salles équipées d'ordinateurs qui sont souvent laissées en libre accès en dehors des heures de cours.

### ⑧ Commerces

Pour faciliter la vie estudiantine, certains commerces se sont installés sur le site de l'EPFL :

- une poste
- une banque
- une agence d'assurance
- une épicerie
- une agence de voyage
- une antenne des CFF
- une librairie.

### ⑨ Centre sportif universitaire

Pour un nouvel art de vivre, pour joindre l'utile à l'agréable, pour profiter d'un site sportif exceptionnel, 55 disciplines sportives vous sont proposées avec la collaboration de 120 moniteurs.

Une brochure complète de toutes les disciplines sportives mentionnant les heures de fréquentation est à disposition des étudiants, au Service académique, chaque année au début du semestre d'hiver.

## GENERAL INFORMATION

### How the diploma course is organised

Following the Bologna Declaration, EPFL has been progressively introducing a new system of study since the autumn of 2003. It will enable a European coordination of degrees and courses.

The degree courses for engineers, architects and scientists at EPFL are made up of two cycles leading to two degrees.

- The Bachelor cycle, normally of three years, corresponds to 180 ECTS credits, and leads to an Academic Bachelor, which will enable the holder to finish his or her studies at EPFL or in another equivalent institution.
- The Master cycle, of one and a half to two years, depending on the choice of study leads to an EPFL Master. It corresponds to 90 – 120 credits, depending on the choice of study, including a practical project worth 30 credits.

This credit system is entirely compatible with the European Credit Transfer System (ECTS). A credit corresponds approximately to 25 – 30 hours of work by the student.

Each education year at EPFL is divided into two fourteen-week semesters, the exams not being included in these periods. The kinds of exams can vary: oral or written exams, laboratory tests, practical projects or exercises.

The 13 options available in the Bachelor degree course start by a foundation year in basic sciences (mathematics, physics, chemistry, life sciences) including an introduction to the chosen speciality option. Ten per cent of the year is devoted to human sciences.

A global pass for the first year based on the averages system (worth 60 ECTS) is obligatory before embarking on the second year.

The remaining two years of the Bachelor degree course, corresponding to 90-120 more ECTS credits, consist in consolidating basic scientific knowledge and in foundation courses for the speciality option, all the while keeping to the “polytechnic ideal”.

The first degree course of three years, is followed by the Master degree programme of one and half to two years, and will lead to the mastering of a professional domain.

All sections at EPFL will have a Master degree programme from autumn 2004. EPFL Masters will be awarded from 2005 to all who pass the complete courses of study.

Professor Marcel Jufer



Vice-président pour la formation

# GENERAL INFORMATION

## A. Study information

### ① Departments

Diploma courses are held in the following departments:

- Architecture
- Chemistry and Chemical engineering
- Civil engineering
- Communication systems
- Computer science
- Electrical and electronical engineering
- Environmental sciences and engineering
- Life sciences and technology
- Management of technology and entrepreneurship
- Materials science and engineering
- Mathematics
- Mechanical engineering
- Microengineering
- Physics

The Bachelor cycle is normally of three years and the Master cycle, of one and a half to two years, depending on the choice of study. The complete study period for Architecture is five and a half years..

### ② Enrolment

Enrolment dates are between 1st April and 15th July (except for official exchanges).

Applications must be addressed to the Service académique, av. Piccard, EPFL - Ecublens, CH - 1015 LAUSANNE.

### ③ Course dates

Winter semester : end October to mid-February

Summer semester : mid-March to end June

### ④ Exam dates

- Spring session:  
last two weeks of February
- Summer session :  
first three weeks of July
- Autumn session :  
two last weeks of September and first week of October

## B. Information and procedure

### ① Foreign student permits and visas for entering Switzerland

#### *Visas*

Depending on the future student's country of origin, a visa is indispensable for entry into Switzerland. A student visa can be obtained from the Swiss diplomatic representative in the country of origin by showing the acceptance letter sent by the EPFL Service académique (which is sent at the end of the full admission procedure).

Tourist visas cannot be changed to student visas once in Switzerland.

#### **Foreign students without resident permits**

On arrival in Switzerland, the student must report to the "bureau des étrangers" of the town or village in which he or she will be living, with the following documents:

- Passport  
with student visa if necessary
- Arrival report  
supplied by the "bureau des étrangers"
- Student questionnaire  
supplied by the "bureau des étrangers"
- Proof of studentship  
provided by the EPFL during the admissions week
- 1 recently taken passport photo
- Bank statement  
indicating an amount sufficient to cover the costs of studies mentioned on the proof of studentship **or**
- Bank form  
with standing order **or**
- Proof of a Swiss or foreign grant  
(the amount allocated must be indicated) **or**
- Parental guarantee (this form can be obtained from the "bureau des étrangers". It must be completed by the mother or father, certified by the local authorities and attached to a standing order **or**
- Guarantee statement (this form can be obtained from the "bureau des étrangers". The guarantor must be living in Switzerland and be able to prove he or she has the financial means to support the student. His or her signature must be certified by the local authorities
- Proof of medical and accident insurance for Switzerland

The student permit, which costs about FS 100.- for the first year, will only be issued after all the documents have been provided.

## GENERAL INFORMATION

### Foreign students with a B permit

Documents to be provided:

- Passport or identity papers
  - Student questionnaire
  - Proof of studentship from the EPFL
  - Bank statement **or**
  - Bank document **or**
  - Proof of grant **or**
  - Guarantee statement
- + 1. If resident in Lausanne  
- residence permit
2. If resident in the Canton de Vaud  
- residence permit with departure visa from the last commune and the visa from the present commune plus arrival certificate
3. If coming from a commune in Switzerland outside Vaud  
- residence permit with departure visa from the last commune, arrival report and 1 photo

### Married students

The “Bureau des étrangers” will not issue residence permits for spouses **unless they also have student status, and will not issue residence permits to students’ children.** However, spouses and children can visit for up to two 90-day periods as tourists in any one year.

### Prolongation of student visas

Students enrolled to study at the University or EPFL will receive one-year permits, which are renewed every year for the length of the course enrolled for. This student permit cannot be changed into a regular resident permit for work purposes. Foreign students must therefore leave Switzerland on completion of their studies.

## 2 Registration, tuition fees and exemptions

The amounts mentioned below (price 04/05) are subject to modification by the Conseil des écoles polytechniques fédérales.

### Registration and tuition fees

Fees must be paid before each semester by means of a Post Office payments slip, which each student will receive by post or which new students will be given during the registration week, held two weeks before the start of the autumn/winter semester. Foreign students may pay by banker’s order.

The registration and tuition fees are SF 603.- per semester. In addition to this there is a supplementary fee for the first semester at the EPFL of SF 50.- for holders of a Swiss certificate and SF 110.- for holders of foreign certificates.

### Exemptions

Requests for exemptions (for the registration fee only) can be made to the Social Services of the EPFL at the beginning of September before the corresponding academic year. Non-resident foreign students cannot make a request the first year.

It is essential for students to ensure that they have proper financial provision for studying before enrolling at the EPFL, to avoid disappointment and wasted time as well as to ensure full integration.

## 3 Accident and health insurance

Students at the EPFL are legally obliged to be insured against illness and accidents with an insurance company recognised by Switzerland. It is possible for students to obtain insurance through the EPFL insurance scheme, the SUPRA.

Exceptions can be made for those students who are on very short courses.

In addition, it is important to arrive in Switzerland with teeth in good order, because dental work is not included in health insurance and it can be very expensive.

Information and application forms for insurance can be obtained through our social services office (see address on the last but one page)

## 4 Mobility

The “office de la mobilité” organises student exchanges.

- It provides information to those EPFL students interested in a study period either in another Swiss University or abroad
- It organises the administrative matters for foreign students coming to the EPFL on a student exchange (lodgings, practical information, etc..).

Opening hours of this office are to be found on the last but one page of this brochure.

## 5 Social services

The EPFL social services are available to provide advice in the case of financial, personal or administrative problems.

Opening hours for this office are to be found on the last but one page of this brochure.

## GENERAL INFORMATION

### ⑥ Official study documents

#### Academic calendar

This is given at the time of admission, and contains all the essential dates for a student at the EPFL.

#### Timetables

They can be obtained from the Service académique or at the address Internet <http://daawww.epfl.ch/daa/sac/>. It is printed every semester and contains for every Department, the place and time for all lectures, exercises or practical projects.

### ⑦ Teaching language

An excellent knowledge of French is essential for the diploma course and most of the postgraduate courses. For some postgraduate courses English is also essential. An intensive French course is available from mid-September to mid-October for foreign students.

Other important costs in a monthly budget are : lodgings, course fees, transport, accident and illness insurance (see appropriate sections).

### ② Lodgings

Despite the fact that the Lausanne area has a population of 200,000, there is no university campus as such and it is up to students to find their own lodgings.

#### Lodgings office

This function is carried out by the "Service du logement" at Lausanne University and is to be found in the Admissions and Administration building (Rectorat et Administration, e-mail: [logement@unil.ch](mailto:logement@unil.ch)).

This office centralises all the offers of rooms to let, in the town or near to the University or the EPFL. These can be rooms in private homes or independent rooms (prices vary between FS 400.- and FS 500.-).

Opening hours can be found on the last but one page of this guide.

#### Halls of residence

There are more than 1,000 beds available for a student population of 12,000 (University and EPFL). In these halls the rent varies from SF 300.- to SF 600.-.

The "Fondation Maisons" for students runs several halls of residence, which consist of furnished and unfurnished rooms as well as one-room apartments. For further information and reservations concerning these halls of residence, please contact "la Direction des Maisons pour étudiants" or the "Foyer catholique universitaire" whose addresses you will find on the last but one page of this guide.

## C. Information for day-to-day living

### ① Study costs

#### Budget

The following annual budget will give you an idea of expenses involved in studying here:

• Fees and books	SF	2,500.-
• Lodgings	SF	6,000.-
• Food	SF	6,000.-
• Clothing and personal items	SF	2,000.-
• Insurance, transport, other..	SF	3,500.-
<b>Total</b>	<b>SF</b>	<b>20,000.-</b>

#### General costs

SF 500.- a month should be allowed for food. Books and study material costs vary considerably. At the start of the diploma course, students may have to equip themselves with drawing material, calculators, etc. Photocopies printed by the EPFL help to reduce costs, but a minimum of SF 1'200.- a year should be allowed to be able to study without being too dependant on libraries and borrowed material.

A sum has to be set aside for leisure which is an indispensable part of student life. About SF 30.- should be allowed to go to the theatre and about SF 12.- to SF 15.- to the cinema.

#### Studios and apartments

The prices of studios and apartments start around SF 600.- a month. In addition, the renting agency will require a deposit equivalent to three months rent, returnable on departure. So to rent a studio at SF 600.- a month, the deposit will come to SF 1,800.-, in addition to the rental for the first month, coming to a total of SF 2,400.-.

Most lodgings are rented non-furnished. Even cheap new furnishings will cost at least SF 2,500.-. Many students use second-hand furnishings. Kitchen areas are usually equipped with a small fridge, cooker and cupboard space. Most apartment blocks have a communal laundry room where a coin-operated washing machine is available as well as drying space.

To avoid any unpleasant surprises, it is important to ask for an estimate before going ahead with any installation of electrical equipment, telephones or carpeting etc..

The PTT (telephone company) will require a guarantee of up to SF 2,500.- The monthly rental is SF 20.- to SF 30.-.

## GENERAL INFORMATION

### 3 Campus restaurants

Several restaurants and cafeterias are available to EPFL students for midday and evening meals. Students can buy restaurant tickets from the AGEPOLY, allowing them to buy a meal for SF 6.50 (price as at October 1999).

### 4 Paid work

The possibility for students to pay their way while studying is subject to three constraints.

#### Legal constraint

The cantonal police for foreigners allows foreign students to work a maximum of 15 hours a week, but only six months after their arrival in Switzerland, and only if the work does not interfere with their studies. A special work permit is necessary. The police keep a close watch on student workers.

More information can be obtained from the EPFL Social services.

#### Studying constraint

Lectures, exercises and practical exercises amount to about 32 hours a week. In addition one must allow for 15 to 20 hours of homework (without exam preparation). So with 50 to 60 hours of work a week, it is difficult to earn much money at the same time.

#### General constraints

As everywhere, the recession has reduced the number of oddjobs available. Below you will find the rates for various student jobs.

• baby-sitting	SF	8.-/hour
• translations	SF	35.-/page
• shelf-filler	SF	16.-/hour
• maths lessons	SF	20.-/hour
• student assistant	SF	21.-/hour

A notice board with various job offers is to be found just outside the Social services office.

### 5 Transport

The main site of the EPFL and University is connected to the railway station at Renens and to the Place du Flon in

the centre of Lausanne by the tube line Métro-Ouest (TSOL).

### 6 Car parking

Paying car parks are available at the EPFL. Students who wish to use these must buy either a semestrial (SF 75.-) or annual (SF 150.-) sticker and display it on the inside of the car's windscreen. These can be purchased from the "Accueil -information" Centre Midi - 1st floor).

### 7 Study help

#### Libraries

In addition to the main library (BC) there are also a number of Departments and laboratories which have their own libraries.

#### Computer rooms

Some courses are given in rooms equipped with computers and these rooms are often left open for student use out of class hours.

### 8 Shops

- To make student life more convenient there are several shops on-site:
- post-office
- bank
- insurance agent
- grocery
- travel agent
- railway agent
- bookshop.

### 9 University sports facilities

In order to enjoy time away from studying a beautiful sports centre is available, staffed by 120 teachers. There are 55 sports to choose from.

A complete brochure detailing all these sports and giving dates and times is available to students from the Service académique at the start of the autumn term.

## CALENDRIER ACADEMIQUE 2004 - 2005

### IMPORTANT

Si les circonstances l'exigent, ce document peut être soumis à modification

### ABREVIATIONS

SAC : Service académique

SOC : Service d'Orientation et Conseil

### DUREE DES SEMESTRES

**HIVER : du 18 octobre 2004 au 4 février 2005 = 14 semaines**

**ETE : du 7 mars 2005 au 17 juin 2005 = 14 semaines**

### PERIODES DES EXAMENS EN 2004

Session de printemps : 7 février 2005 au 26 février 2005

Session d'été : 27 juin 2005 au 16 juillet 2005

Session d'automne : 20 septembre 2005 au 8 octobre 2005

### PERIODES D'INSCRIPTION AUX COURS EN 2003/2004

Voir page WEB du Service académique :

[http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates\\_importantes.htm](http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates_importantes.htm)

### PERIODES D'INSCRIPTION AUX EXAMENS EN 2003/2004

Voir page WEB du Service académique :

[http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates\\_importantes.htm](http://daawww.epfl.ch/daa/sac/dates_importantes.htm)

### SITES WEB

Le calendrier académique se trouve sur le site Internet du Service académique : <http://www.epfl.ch/sac>

L'horaire des cours se trouve à l'adresse suivante sur Internet : <http://infowww.epfl.ch/Horaires/Horaires.html>

### BRANCHES D'EXAMENS

Pour toutes les branches d'examens choisies hors de votre plan d'études, vous devez vous assurer personnellement que la branche est bien examinée lors de la session choisie (voir livret des cours) et vous adresser directement auprès de l'enseignant pour fixer une date d'examen

### DELAI

En cas de non-respect, par un étudiant, d'un délai prescrit, une taxe de

Fr. 50.-- sera perçue, conformément à l'Ordonnance sur les taxes perçues dans le domaine des Ecoles Polytechniques Fédérales

**DELAI D'INSCRIPTION  
AUX EXAMENS**

Les inscriptions tardives, moyennant une taxe de Fr. 50.-- , sont prises en compte jusqu'à la fin de la période de retrait soit 10 jours avant le début de la session des examens

**RETRAIT AUX  
EXAMENS**

Aucun retrait ne sera pris en compte après la fin de la période autorisée soit 10 jours avant le début de la session des examens

**PERIODE DES COURS  
POUR 2005-2006**

Semestre d'hiver : du 24.10.2005 au 10.02.2006

Semestre d'été : du 07.03.2006 au 23.06.2006

**PERIODE DES COURS  
POUR 2006-2007**

Semestre d'hiver : du 23.10.2006 au 09.02.2007

Semestre d'été : du 12.03.2007 au 22.06.2007

**PERIODE DES COURS  
POUR 2007-2008**

Semestre d'hiver : du 22.10.2007 au 08.02.2008

Semestre d'été : du 10.03.2008 au 20.06.2008

# Ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

(Ordonnance sur la formation)

du 14 juin 2004

La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL),

vu l'art. 3, al. 1, let. b, de l'ordonnance du 13 novembre 2003 sur l'EPFZ et l'EPFL<sup>1</sup>,

arrête :

Section 1 Généralités et définitions

**Art. 1** Objet

<sup>1</sup> La présente ordonnance régit la formation menant aux titres de bachelor et de master décernés par l'EPFL.

<sup>2</sup> Les études de bachelor et de master constituent les deux phases successives de cette formation.

**Art. 2** Admission

L'admission à la formation menant au bachelor et au master est déterminée par l'ordonnance du 8 mai 1995 concernant l'admission à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>2</sup>.

**Art. 3** Titres

<sup>1</sup> L'EPFL décerne les titres suivants dans ses domaines d'études (sections ou spécialisations):

- a. le bachelor;
- b. le master.

<sup>2</sup> Les titres sont munis du sceau de l'EPFL et mentionnent le nom du titulaire. Ils sont signés par le président de l'EPFL, par le vice-président pour les affaires académiques à l'EPFL et par le directeur de section. Ils sont accompagnés du *diploma supplement* décrivant le niveau, le contexte, le contenu et le statut des études accomplies avec succès. Les titres mentionnent le domaine d'études et, pour le master, la désignation professionnelle du titulaire, ainsi qu'une éventuelle orientation particulière.

<sup>3</sup> Le titre de bachelor vise à faciliter l'admission aux études de master auprès d'une autre haute école. Il est délivré à l'étudiant exmatriculé de l'EPFL avant d'obtenir le master.

<sup>4</sup> Tout titulaire du diplôme de l'EPFL (art. 15, al. 1) est autorisé à se présenter comme titulaire du master de l'EPFL (annexe I).

<sup>5</sup> La liste des titres et désignations correspondantes selon les domaines d'études figure dans l'annexe I de la présente ordonnance.

<sup>6</sup> Les titres de master décernés par l'EPFL communément avec d'autres institutions sont régis par les accords spécifiques.

<sup>7</sup> L'EPFL décerne également le titre de docteur ès sciences (ou Ph. D.) et d'autres titres correspondant à la formation continue. Ces titres font l'objet d'ordonnances spécifiques.

**Art. 4** Crédits d'études ECTS

<sup>1</sup> L'EPFL attribue des crédits pour les prestations d'études contrôlées, conformément au système européen de transfert et d'accumulation de crédits d'études (European Credit Transfer and Accumulation System, ci-après ECTS). Le nombre de crédits défini pour une matière est fonction du volume de travail à fournir pour atteindre l'objectif de formation.

<sup>1</sup> RS 414.110.37

<sup>2</sup> RS 414.110.422.3

<sup>2</sup> Les crédits ECTS sont acquis de façon cumulative selon les conditions définies par l'ordonnance du 14 juin 2004 sur le contrôle des études<sup>3</sup>. Les règlements d'application du contrôle des études visés à l'art. 6, al. 1, de ladite ordonnance définissent le nombre de crédits attribué à chaque branche d'études.

<sup>3</sup> Les plans d'études visés à l'art. 6, al. 2 de l'ordonnance sur le contrôle des études sont conçus de façon à permettre l'acquisition de 60 crédits ECTS par année académique.

#### **Art. 5** Nombre de crédits ECTS requis

<sup>1</sup> A réussi le bachelor l'étudiant qui a acquis 180 crédits ECTS conformément à l'ordonnance du 14 juin 2004 sur le contrôle des études<sup>4</sup> et aux règlements d'application visés à l'art. 6, al. 1, de ladite ordonnance.

<sup>2</sup> A réussi le master l'étudiant qui a acquis, en sus du bachelor, 60 crédits ECTS, respectivement 90 crédits ECTS pour les sections Architecture, Génie civil, Sciences et ingénierie de l'environnement et Systèmes de communication, et réussi le projet de master représentant 30 crédits, conformément à l'ordonnance sur le contrôle des études et aux règlements d'application.

### Section 2 Bachelor

#### **Art. 6** Etapes de formation

<sup>1</sup> Le bachelor de l'EPFL est composé de deux étapes successives de formation :

- a. le cycle propédeutique;
- b. le cycle bachelor.

<sup>2</sup> Ces deux cycles doivent être réussis en l'espace de six ans.

#### **Art. 7** Cycle propédeutique

<sup>1</sup> Le cycle propédeutique s'étend sur une année d'études et se termine par l'examen propédeutique.

<sup>2</sup> Il a pour objectif la vérification des connaissances de base, l'acquisition des compétences nécessaires pour la suite de la formation en sciences naturelles et une initiation dans les sciences humaines et sociales.

<sup>3</sup> Sa durée ne peut excéder deux ans.

<sup>4</sup> La réussite de l'examen propédeutique permet d'acquérir 60 crédits ECTS et est la condition pour entrer au cycle bachelor.

#### **Art. 8** Cycle bachelor

<sup>1</sup> Le cycle bachelor s'étend sur deux années d'études.

<sup>2</sup> Il a pour objectif l'acquisition des bases scientifiques générales et spécifiques au domaine d'études et à un secteur des sciences humaines et sociales.

<sup>3</sup> Sa durée ne peut excéder quatre ans.

<sup>4</sup> Le cycle bachelor est réputé réussi par l'acquisition de 120 crédits ECTS. La réussite du cycle bachelor est la condition pour entrer au cycle master.

### Section 3 Master

#### **Art. 9** Etapes de formation

<sup>1</sup> Le master est composé de deux étapes successives de formation :

- a. le cycle master;
- b. le projet de master.

<sup>2</sup> Ces deux étapes doivent être réussies en l'espace de:

- a. trois ans lorsque le cycle master comporte 60 crédits;
- b. quatre ans lorsque le cycle master comporte 90 crédits.

---

<sup>3</sup> RS ....

<sup>4</sup> RS ....

**Art. 10** Cycle master

<sup>1</sup> Il a pour objectif l'acquisition des connaissances spécifiques du domaine d'études permettant la maîtrise de la profession, ainsi que l'étude d'une discipline des sciences humaines et sociales.

<sup>2</sup> La durée du cycle master de 60 crédits ECTS est d'une année, mais ne peut excéder deux ans ; celle du cycle de 90 crédits ECTS est d'une année et demie, mais ne peut excéder trois ans.

<sup>3</sup> Le cycle master est réputé réussi par l'acquisition de 60 ou 90 crédits ECTS.

**Art. 11** Projet de master

<sup>1</sup> La réussite du projet de master permet d'acquérir 30 crédits ECTS.

<sup>2</sup> La réussite du cycle master est une condition pour entamer le projet de master. Le vice-président pour les affaires académiques peut accorder des dérogations, après avoir consulté le directeur de section.

## Section 4 Durées de formation

**Art. 12** Conditions liées aux durées

<sup>1</sup> Les crédits requis doivent être acquis dans les durées fixées pour chaque cycle de formation par la présente ordonnance. Les études ne peuvent être interrompues entre le cycle propédeutique et le cycle bachelor, ni entre le cycle master et le projet de master.

<sup>2</sup> En dérogation à l'al. 1, le vice-président pour les affaires académiques peut prolonger la durée maximale d'un cycle de formation ou accorder une interruption entre deux cycles à un étudiant qui fait valoir un motif valable, notamment une longue maladie, une maternité, une période de service militaire, dès qu'il en a connaissance et avant l'échéance de la durée maximale.

## Section 5 Autres modalités

**Art. 13** Mobilité

<sup>1</sup> Au titre de la mobilité, l'EPFL peut autoriser les étudiants à étudier un semestre ou un an dans une autre haute école, ou à faire le projet de master dans une autre haute école, dans le secteur public ou dans l'industrie, en restant immatriculés à l'EPFL. Les contrôles des acquis passés avec succès dans une autre haute école sont pris en compte pour autant que le programme d'études ait été préalablement fixé avec le responsable du domaine d'études de l'EPFL.

<sup>2</sup> Les directives du vice-président pour les affaires académiques s'appliquent.

**Art. 14** Modification du droit en vigueur

La modification du droit en vigueur est réglée dans les annexes II et III.

**Art. 15** Dispositions transitoires

<sup>1</sup> Le diplôme est décerné jusqu'au 31 décembre 2004.

<sup>2</sup> Les titres de bachelor et de master sont décernés à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2005.

**Art. 16** Entrée en vigueur

<sup>1</sup> La présente ordonnance entre en vigueur le 18 octobre 2004, à l'exception de l'al. 2.

<sup>2</sup> L'annexe II entre en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2005.

Au nom de la Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne :

Le président :

Le vice-président pour la formation

Professeur Patrick Aebischer

Professeur Marcel Jufer

Annexe I (art. 3, al. 5)

## Titres et désignations professionnelles

Bachelor et master	Sections / spécialisations	Désignation professionnelle accompagnant le master
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie civil Civil Engineering	Ingénieur civil (ing. civ. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Sciences et ingénierie de l'environnement Environmental Sciences and Engineering	Ingénieur en environnement (ing. env. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie mécanique Mechanical Engineering	Ingénieur mécanicien (ing. méc. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Microtechnique Microengineering	Ingénieur en microtechnique (ing. microtechn. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Génie électrique et électronique Electrical and Electronic Engineering	Ingénieur électricien (ing. él. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Systèmes de communication Communication Systems	Ingénieur en systèmes de communication (ing. sys. com. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Physique Physics	Physicien (phys. dipl. EPF) <i>ou à choix du titulaire</i> Ingénieur physicien (ing. phys. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc Master of Science MSc	Chimie Chemistry Chimie moléculaire et biologique Molecular and Biological Chemistry Génie chimique et biologique Chemical and Biochemical Engineering	Chimiste (chim. dipl. EPF) Ingénieur chimiste (ing. chim. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc Master of Science MSc	Mathématiques Mathematics Mathématiques Mathematics Ingénierie mathématique Mathematical Sciences	Mathématicien (math. dipl. EPF) Ingénieur mathématicien (ing. math. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Informatique Computer Science	Ingénieur informaticien (ing. info. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc Master of Science MSc	Science et génie des matériaux Materials Science and Engineering	Ingénieur en science des matériaux (ing. sc. mat. dipl. EPF)
Bachelor of Arts BA Master of Arts MA	Architecture Architecture	Architecte (arch. dipl. EPF)
Bachelor of Science BSc *Master of Science MSc	Sciences et technologies du vivant Life Sciences and Technology	Ingénieur en sciences et technologies du vivant (ing. sc. viv. dipl. EPF)
*Master of Science MSc	Génie biomédical Biomedical Engineering	Ingénieur biomédical (ing. biomed. dipl. EPF)
**Master of Science MSc	Management de la technologie et entrepreneuriat Management of Technology and Entrepreneurship	Ingénieur en management de la technologie et entrepreneuriat (ing. manag. techn. entrepr. dipl. EPF)

\* à partir de 2006

\*\* ce master n'est ouvert qu'aux titulaires d'un MSc ou d'un MA en architecture

# Ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

(Ordonnance sur le contrôle des études)

du 14 juin 2004

---

*La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL),*  
vu l'art. 3, al. 1, let. b. de l'ordonnance du 13 novembre 2003 sur l'EPFZ et l'EPFL<sup>1</sup>,  
*arrête:*

## Chapitre 1 Dispositions générales

### Section 1 Objet et champ d'application

#### Art. 1 Objet

La présente ordonnance arrête les principes régissant l'organisation du contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

#### Art. 2 Champ d'application

<sup>1</sup> La présente ordonnance s'applique à la formation menant au bachelor et au master de l'EPFL.

<sup>2</sup> Dans la mesure où la direction de l'EPFL n'a pas édicté de règles particulières, les art. 8, 10, 14, 15, et 18 à 20 s'appliquent également :

- a. aux examens du cours de mathématiques spéciales (CMS);
- b. aux examens d'admission;
- c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
- d. aux examens des programmes pré-doctoraux et doctoraux;
- e. aux examens de la formation continue, à l'exception de l'art. 8;
- f. aux examens sanctionnant les études prévues à l'art. 6, al. 1, let. i.

### Section 2 Définitions générales

#### Art. 3 Contrôle

<sup>1</sup> Le contrôle peut être ponctuel ou continu ou à la fois ponctuel et continu.

<sup>2</sup> Par contrôle ponctuel, on entend l'interrogation ponctuelle portant sur une branche.

<sup>3</sup> Par contrôle continu, on entend les exercices, laboratoires et projets.

<sup>4</sup> Le contrôle ponctuel ou continu est obligatoire lorsque la note obtenue est prise en compte dans le calcul de la note sanctionnant la branche.

<sup>5</sup> Si le contrôle continu est facultatif, il contribue uniquement à augmenter la note de la branche correspondante à raison d'un point au maximum. Les enseignants ne sont pas tenus d'organiser ce type de contrôle.

<sup>6</sup> Si l'étudiant ne se soumet pas au contrôle continu facultatif, seule la note du contrôle ponctuel est prise en considération.

#### **Art. 4** Branches

<sup>1</sup> Une branche est une matière ou un ensemble de matières faisant l'objet d'un contrôle qui donne lieu à une note.

<sup>2</sup> Une branche dite de semestre est une branche notée exclusivement pendant le semestre ou l'année.

<sup>3</sup> Une branche dite d'examen est une branche notée exclusivement pendant une session d'examens.

<sup>4</sup> Une branche dont la note résulte à la fois d'un contrôle effectué pendant le semestre ou l'année et d'un contrôle effectué pendant une session d'examens est assimilée à une branche d'examen.

#### **Art. 5** Examens

Un examen est un ensemble d'épreuves portant sur les branches faisant l'objet d'un contrôle ponctuel ou continu, ou à la fois ponctuel et continu.

### **Section 3 Dispositions communes aux études de bachelor et de master**

#### **Art. 6** Règlements d'application du contrôle des études et plans d'études

<sup>1</sup> Les règlements d'application édictés par la direction de l'EPFL définissent pour chaque section :

- a. les branches de semestre et les branches d'examen;
- b. la session pendant laquelle les branches d'examen peuvent être présentées;
- c. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou présentation d'un projet);
- d. la composition des blocs et des groupes de branches;
- e. les coefficients ou les crédits attribués à chaque branche;
- f. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc et chaque groupe;
- g. les conditions générales applicables aux préalables;
- h. les conditions de réussite particulières;
- i. les études d'approfondissement, de spécialisation ou interdisciplinaires;
- j. les régimes transitoires applicables aux modifications des plans et règlements d'études.

<sup>2</sup> Ils sont accompagnés du plan d'études de l'année académique édicté par la direction de l'EPFL.

#### **Art. 7** Livrets des cours

Les livrets des cours publiés par les sections indiquent:

- a. les objectifs de formation de la section aux niveaux du bachelor et du master;
- b. le contenu de chaque matière;
- c. la nature du contrôle des branches d'examen (écrit, oral ou présentation d'un projet);
- d. les conditions liées aux préalables;
- e. la langue d'enseignement et d'examen de la branche.

#### **Art. 8** Appréciation des épreuves

<sup>1</sup> Les épreuves sont notées de 1 à 6, la meilleure note étant 6. Les notes en dessous de 4 sanctionnent des prestations insuffisantes. Seuls les points entiers et les demi-points sont admis. Si l'étudiant ne se présente pas à l'épreuve à laquelle il est inscrit ou s'il se présente mais ne répond à aucune question, l'épreuve est non acquise et notée NA.

<sup>2</sup> L'épreuve non acquise et notée NA compte comme tentative de réussite.

**Art. 9** Sessions d'examens, inscription, régime applicable

<sup>1</sup> L'EPFL organise trois sessions d'examens par année académique: au printemps, en été et en automne. Ces sessions ont lieu en général en dehors des périodes de cours.

<sup>2</sup> Le service académique organise les examens. Il fixe les dates des sessions, les modalités d'inscription et établit les horaires qu'il porte à la connaissance des intéressés.

<sup>3</sup> Il communique la période d'inscription aux examens.

<sup>4</sup> Les inscriptions aux diverses épreuves d'une session deviennent définitives dix jours avant le début de ladite session; dès lors qu'elles sont définitives, l'étudiant ne peut plus les modifier.

<sup>5</sup> Seuls les résultats des épreuves auxquelles l'étudiant était inscrit définitivement sont valables.

<sup>6</sup> En cas de modification du plan d'études et du règlement d'application, l'étudiant qui redouble est tenu de se conformer aux dispositions en vigueur, à moins que le vice-président pour les affaires académiques n'arrête des conditions de répétition particulières.

**Art. 10** Interruption des examens et absence

<sup>1</sup> Lorsque la session a débuté, l'étudiant ne peut l'interrompre que pour un motif important et dûment justifié, notamment une maladie ou un accident attesté par un certificat médical, ou une période de service militaire. Il doit aviser immédiatement le service académique et lui présenter les pièces justificatives nécessaires, au plus tard dans les trois jours qui suivent la survenance du motif d'interruption.

<sup>2</sup> Le vice-président pour les affaires académiques décide de la validité du motif invoqué.

<sup>3</sup> L'invocation de motifs personnels ou la présentation d'un certificat médical après l'épreuve ne justifient pas l'annulation d'une note.

**Art. 11** Langue des examens

<sup>1</sup> Les examens se déroulent dans la langue de l'enseignement de la matière.

<sup>2</sup> L'étudiant a le droit de répondre en français à une interrogation en anglais. L'EPFL peut lui accorder le droit de répondre en anglais si l'interrogation est en français. Dans les deux cas, une demande écrite doit être adressée à l'enseignant lors de l'inscription à l'examen.

**Art. 12** Etudiants handicapés

Le vice-président pour les affaires académiques décide, sur demande d'un candidat handicapé, de la forme ou du déroulement d'un examen ou d'un projet afin de l'adapter à son handicap, ainsi que de l'utilisation de moyens auxiliaires ou de l'assistance personnelle nécessaires. Les objectifs de l'examen ou du projet doivent être garantis.

**Art. 13** Enseignants

<sup>1</sup> L'enseignant interroge l'étudiant sur les matières qu'il enseigne. S'il en est empêché, le directeur de section désigne un remplaçant.

<sup>2</sup> Si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, l'enseignant:

- a. donne aux sections les informations nécessaires sur ses matières d'enseignement pour qu'elles soient publiées dans le livret des cours;
- b. informe le cas échéant les étudiants du contenu des matières et du déroulement des interrogations;
- c. conduit l'interrogation;
- d. prend des notes de chaque interrogation orale, des informations pouvant être demandées par la conférence des notes et, le cas échéant, par les autorités de recours;
- e. attribue les notes d'examen qu'il communique exclusivement au service académique;
- f. conserve pendant six mois les notes prises durant les interrogations orales ainsi que les épreuves écrites; en cas de recours, ce délai est prolongé jusqu'au terme de la procédure.

**Art. 14** Expert

<sup>1</sup> Pour l'interrogation orale portant sur les branches d'examen, le directeur de section désigne un expert de l'EPFL.

<sup>2</sup> L'expert veille au bon déroulement de l'interrogation et joue un rôle d'observateur et de conciliateur; il peut, à la demande de l'enseignant, participer à la notation.

<sup>3</sup> L'art. 13, al. 2, let. d et f, s'applique par analogie.

**Art. 15** Consultation des épreuves

<sup>1</sup> Après que le résultat lui a été notifié, l'étudiant peut consulter ses épreuves auprès de l'enseignant dans les six mois qui suivent l'examen.

<sup>2</sup> La consultation des épreuves est réglée à l'art. 26 de la loi fédérale du 20 décembre 1968 sur la procédure administrative<sup>2</sup>.

**Art. 16** Commissions d'examen

<sup>1</sup> Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour les branches de semestre. L'évaluation se fait alors sur la base d'une présentation orale par l'étudiant.

<sup>2</sup> Outre l'enseignant et l'expert, les commissions d'examen peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

**Art. 17** Conférence des notes

<sup>1</sup> La conférence des notes siège à l'issue de chaque session. Elle est composée du doyen de la formation menant au bachelor et au master, qui la préside, du directeur de section et du chef du service académique. Le vice-président pour les affaires académiques en est un invité permanent. Les membres de la conférence des notes peuvent se faire représenter par leur suppléant.

<sup>2</sup> Elle statue sur les cas limites.

**Art. 18** Fraude

<sup>1</sup> Par fraude, on entend toute forme de tricherie en vue d'obtenir pour soi-même ou pour autrui une évaluation non méritée.

<sup>2</sup> En cas de fraude, de participation à la fraude ou de tentative de fraude, le vice-président pour les affaires académiques peut décider que la branche concernée est non acquise et notée NA. Au surplus, l'ordonnance du 17 septembre 1986 sur la discipline à l'École polytechnique fédérale de Lausanne<sup>3</sup> s'applique.

**Art. 19** Notification des résultats et communications générales

<sup>1</sup> Le vice-président pour les affaires académiques notifie aux étudiants la décision de réussite ou d'échec à l'examen ou au projet de master.

<sup>2</sup> La décision fait mention des notes obtenues et des crédits acquis selon le système européen de transfert et d'accumulation de crédits d'études (European Credit Transfer and Accumulation System, ECTS).

<sup>3</sup> L'école procède aux communications ainsi qu'à la notification de décisions s'adressant à un groupe d'étudiants par voie électronique ou postale, à l'adresse de chacun des étudiants concernés.

**Art. 20** Demande de nouvelle appréciation et recours administratif

<sup>1</sup> La décision rendue par le vice-président pour les affaires académiques en vertu de la présente ordonnance ou en vertu de l'ordonnance du 14 juin 2004 sur la formation<sup>4</sup> peut faire l'objet d'une demande de nouvelle appréciation dans les dix jours qui suivent sa notification. L'art. 63, al. 1, 3 et 4, de la loi fédérale du 20 décembre 1968 sur la procédure administrative<sup>5</sup> est applicable par analogie à la demande de nouvelle appréciation.

---

2 RS 172.021  
3 RS 414.138.2  
4 RS RO ...  
5 RS 172.021

<sup>2</sup> Elle peut également faire l'objet d'un recours administratif auprès de la commission de recours interne des EPF dans les 30 jours qui suivent sa notification.

<sup>3</sup> Les délais prévus aux al. 1 et 2 courent simultanément.

## Chapitre 2 Examen du cycle propédeutique

### Art. 21 Sessions d'examens

<sup>1</sup> Deux sessions ordinaires, en été et en automne, sont prévues pour l'examen propédeutique. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire présenter chaque branche d'examen; il doit toutefois avoir présenté l'ensemble des branches d'examen à l'issue de la session d'automne.

<sup>2</sup> Le fait de ne pas terminer l'examen propédeutique équivaut à un échec.

<sup>3</sup> Lorsque l'étudiant fait valoir un motif valable d'interruption de la session au sens de l'art. 10, le vice-président pour les affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.

<sup>4</sup> Les notes des branches examinées restent acquises si le vice-président pour les affaires académiques considère l'interruption justifiée.

<sup>5</sup> L'étudiant admis à se présenter à la session de printemps peut être autorisé à suivre l'enseignement du semestre d'hiver supérieur sur décision du vice-président pour les affaires académiques. En cas d'échec à la session de printemps, l'étudiant reprend les études du cycle propédeutique.

### Art. 22 Moyennes

Les moyennes sont calculées en pondérant chaque note par son coefficient, conformément aux règlements d'application du contrôle des études.

### Art. 23 Conditions de réussite

<sup>1</sup> L'examen propédeutique est réussi lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 4 dans chacun des deux blocs de branches:

<sup>2</sup> La réussite de l'examen propédeutique donne lieu à 60 crédits ECTS.

### Art. 24 Répétition

<sup>1</sup> Si un étudiant a échoué à l'examen propédeutique, il peut le présenter une seconde fois, pendant les sessions ordinaires de l'année qui suit l'échec.

<sup>2</sup> Un échec, au niveau du cycle propédeutique, subi dans une EPF ou dans une autre haute école, suisse ou étrangère, pour un même domaine d'études, équivaut à un échec à l'examen propédeutique à l'EPFL.

<sup>3</sup> Une moyenne suffisante dans le bloc des branches d'examen ou dans celui des branches de semestre reste acquise en cas de répétition.

<sup>4</sup> Lorsque, dans les branches de semestre, la moyenne est inférieure à 4, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les branches de semestre en répétant l'année.

<sup>5</sup> Tout bloc devant être répété doit l'être dans son intégralité.

## Chapitre 3 Examens du cycle bachelor et du cycle master

### Art. 25 Crédits

<sup>1</sup> Les crédits de la branche sont attribués lorsque la note obtenue est égale ou supérieure à 4 ou que la moyenne du bloc de branches à laquelle elle appartient est égale ou supérieure à 4.

<sup>2</sup> Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, seules les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 4 peuvent être représentées conformément à l'art. 30.

#### **Art. 26** Blocs et groupes de branches

<sup>1</sup> Un bloc regroupe plusieurs branches. Pour chaque bloc, la totalité des crédits est accordée si la moyenne de ce bloc, calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants, est égale ou supérieure à 4.

<sup>2</sup> Une branche ne peut faire partie que d'un seul bloc.

<sup>3</sup> La moyenne est exigée pour chaque bloc. Aucune compensation entre les moyennes obtenues par bloc n'est admise.

<sup>4</sup> Un groupe comprend plusieurs branches. Pour chaque groupe, les crédits des branches qui le composent doivent être accumulés jusqu'au nombre requis, sans compensation possible entre les notes des branches du groupe.

<sup>5</sup> Si, pour un bloc ou un groupe, les conditions d'attribution de la totalité des crédits correspondants ne sont pas réalisées, les branches dont la note est inférieure à 4 peuvent être représentées conformément à l'art. 30.

#### **Art. 27** Préalables

Les préalables sont les branches pour lesquelles les crédits doivent être obtenus pour pouvoir suivre d'autres matières. Ils sont définis dans les règlements d'application du contrôle des études ou dans les livrets des cours.

#### **Art. 28** Sessions d'examens

Les règlements d'application du contrôle des études fixent les sessions ordinaires pendant lesquelles les branches d'examen peuvent être présentées.

#### **Art. 29** Conditions de réussite

<sup>1</sup> Les 120 crédits du cycle bachelor doivent être acquis conformément à la présente ordonnance et au règlement d'application de la section concernée.

<sup>2</sup> Les 60 ou 90 crédits supplémentaires du cycle master doivent être acquis conformément à la présente ordonnance et au règlement d'application de la section concernée.

<sup>3</sup> Dans le cycle bachelor, 60 crédits au moins doivent être obtenus en deux ans.

<sup>4</sup> L'étudiant qui n'a pas acquis les crédits requis dans le délai fixé à l'al. 3, soit dans les délais fixés aux art. 6, al. 2, 7, al. 3, 8, al. 3, 9, al. 2, et 10, al. 2, de l'ordonnance du 14 juin 2004 sur la formation<sup>6</sup>, a définitivement échoué au cycle, respectivement au bachelor ou au master.

#### **Art. 30** Répétition

<sup>1</sup> Une branche ne peut être répétée qu'une fois, l'année suivante, pendant une session ordinaire. Au surplus, une session de rattrapage peut être accordée en vertu de l'art. 31.

<sup>2</sup> Si l'étudiant a déjà subi un échec dans une ou plusieurs branches analogues dans une autre haute école, suisse ou étrangère, le vice-président pour les affaires académiques peut limiter l'examen de cette branche à une tentative.

<sup>3</sup> L'étudiant qui échoue deux fois dans une branche à option peut en présenter une nouvelle.

#### **Art. 31** Rattrapage

<sup>1</sup> L'étudiant qui a échoué à l'examen dans deux branches au plus, représentant au maximum 10 crédits ECTS, peut participer à une session de rattrapage, organisée par le directeur de la section concernée:

- a. à la fin du cycle bachelor, s'il n'a pas obtenu 120 crédits;
- b. à la fin du cycle master, s'il n'a pas obtenu 60 crédits, respectivement 90 crédits;
- c. s'il n'a pas obtenu les 30 crédits dans les études prévues à l'art. 6, al. 1, let. i.

<sup>2</sup> Une branche peut être examinée une seule fois en session de rattrapage.

<sup>3</sup> La conférence des notes fixe, sur proposition du directeur de section, les branches pouvant faire l'objet d'un rattrapage.

## Chapitre 4 Projet de master

### Art. 32 Déroulement

<sup>1</sup> La durée du projet de master avec l'examen est d'un semestre. Le sujet est fixé ou approuvé par le professeur ou maître d'enseignement et de recherche qui en assume la direction.

<sup>2</sup> A la demande de l'étudiant, le directeur de section peut confier la direction du projet de master à un maître rattaché à une autre section ou à un collaborateur scientifique.

<sup>3</sup> L'examen du projet de master consiste en l'évaluation de sa présentation finale suivie d'une interrogation orale devant l'enseignant qui a dirigé le projet et un expert externe à l'EPFL désigné par l'enseignant en accord avec le directeur de section.

<sup>4</sup> Si la rédaction du projet est jugée insuffisante, l'enseignant peut exiger que l'étudiant y remédie dans un délai de deux semaines à compter de l'interrogation orale.

### Art. 33 Condition de réussite

Le projet de master est réputé réussi lorsque l'étudiant a d'une part déposé son projet dans le délai imparti et d'autre part obtenu à l'examen une note égale ou supérieure à 4.

### Art. 34 Répétition

<sup>1</sup> En cas d'échec, un nouveau projet de master peut être présenté.

<sup>2</sup> Un second échec est éliminatoire.

### Art. 35 Moyennes finales

<sup>1</sup> La moyenne générale du cycle bachelor est calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants. La moyenne finale du bachelor est constituée pour un tiers de la moyenne générale du cycle propédeutique (art. 22) et pour deux tiers de la moyenne générale du cycle bachelor.

<sup>2</sup> La moyenne générale du cycle master est calculée en pondérant chaque note par le nombre de crédits correspondants.

<sup>3</sup> La moyenne finale du master est constituée pour moitié de la moyenne générale du cycle master et pour moitié de la note du projet de master.

## Chapitre 5 Dispositions finales

### Art. 36 Abrogation du droit

L'ordonnance générale du 10 août 1999 sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>7</sup> est abrogée.

### Art. 37 Dispositions transitoires

<sup>1</sup> La durée maximale de chaque cycle de formation comprend également les semestres correspondants des études effectuées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

<sup>2</sup> La réussite de chacun des deux examens propédeutiques I et II est assimilée à l'acquisition de 60 crédits.

---

<sup>7</sup> RO 1999 2023

<sup>3</sup> L'acquisition de 60 crédits de 2<sup>e</sup> cycle, correspondant aux branches de troisième année définies par le règlement d'application, constitue l'examen d'admission au cycle master et est assimilée à l'obtention du bachelor.

<sup>4</sup> Lorsque les circonstances l'exigent, le président de l'EPFL peut rendre une décision sur le régime transitoire applicable à un cas particulier.

**Art. 38**            Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 18 octobre 2004.

Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Le président

Le vice-président pour la formation

Professeur Patrick Aebischer

Professeur Marcel Jufer

## EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

### TABLE DES MATIÈRES

Objectifs de formation de la section aux niveaux du bachelor et du master	26
Plan d'études de la Section de Physique 2004/2005	27
Règlement d'application du contrôle des études de la Section de Physique de l'EPFL	33
Liste des cours de la section de physique	37
Liste alphabétique des enseignants	45
Descriptions des enseignements de la section de physique :	
- Cycle propédeutique	51
- Cycle bachelor	67
- Cycle master	109
- Catalogue des cours hors faculté	151
Enseignements « Formation de base » donnés aux autres sections	199
Descriptions des enseignements « Formation de base » et cours spéciaux	202
<b>Master ès sciences pour l'enseignement :</b>	
- Règlement	257
- Plan d'études pour Master en physique pour les titulaires	
• d'un bachelor en mathématiques (ou formation équivalente)	263
• d'un bachelor en chimie (ou formation équivalente)	264
• d'un bachelor en biologie ou en géosciences et environnement (ou formation équivalente)	265
- Plan d'études pour Master en mathématiques	287
- Plan d'études pour Master en chimie pour les titulaires	
• d'un bachelor en physique ou en géosciences et environnement (ou formation équivalente)	288
• d'un bachelor en mathématiques (ou formation équivalente)	289
• d'un bachelor en biologie (ou formation équivalente)	290

## Master en physique EPFL

### Objectifs de formation

Le physicien EPFL est un scientifique de haut niveau, dont la formation théorique et expérimentale est complétée par des connaissances de l'ingénierie et des technologies de pointe. Il est exercé à la recherche, à la résolution de problèmes techniques et à la conduite de projets. Le physicien EPFL est ainsi apte à travailler en recherche fondamentale et appliquée ainsi que dans de nombreux domaines de l'ingénierie, dans les entreprises de service et dans l'enseignement.

En recherche fondamentale, sa mission est d'aborder des problèmes nouveaux en utilisant et en développant les moyens expérimentaux modernes et les connaissances théoriques les plus avancées. En recherche appliquée, au sein d'entreprises privées ou de laboratoires publics, le physicien EPFL contribue à la conception et au développement de produits de haute technologie.

#### *Cycle bachelor*

La formation de physicien exige la connaissance des lois de comportement des systèmes physiques que l'étudiant découvre et apprend au travers de cours de physique et de travaux pratiques en laboratoire. Cette compréhension demande qu'il étoffe son bagage mathématique. En conséquence, le programme scientifique des deux premières années est principalement basé sur des cours de mathématiques, de physique générale et de travaux pratiques de physique.

L'acquisition de ces connaissances théoriques et expérimentales est en permanence accompagnée du développement du savoir-faire de l'étudiant: aiguiser son sens critique et son pouvoir d'abstraction, développer la rigueur scientifique et l'art de la modélisation, etc.

La troisième année est consacrée d'une part aux grands cours de physique moderne tels que physique quantique, physique du solide, physique statistique, particules élémentaires, biophysique, astrophysique, et d'autre part à des travaux pratiques avancés qui permettent à l'étudiant de reproduire de nombreuses expériences de physique et ainsi d'exercer ses aptitudes d'expérimentateur et sa créativité.

Durant le cycle bachelor, l'étudiant est initié aux autres sciences de base (chimie et biologie) et à différentes techniques telles que l'électronique, les télécommunications et l'informatique.

Différents cours et projets de sciences humaines et sociales complètent la formation polytechnique.

#### *Cycle Master*

L'année de master est principalement formée de cours à options (75 %) et d'une initiation à la recherche (25 %) que les étudiants effectuent au sein des instituts de physique de l'EPFL.

L'offre de cours à options couvre la quasi totalité des domaines de la physique moderne et permet ainsi à chaque étudiant d'approfondir ses domaines d'intérêt: physique théorique, quantique et statistique, physique du solide, relativité et cosmologie, physique des plasmas, optique, physique nucléaire et corpusculaire, biophysique, astrophysique, systèmes nonlinéaires et chaos. L'étudiant a également la possibilité de suivre certains cours des sections d'ingénieurs de l'EPFL tels que télécommunications, traitement de signaux et d'images, mécanique des fluides, micro- et optoélectronique, robotique, matériaux.

La formation se termine par un projet de master réalisé en quatre mois dans un laboratoire de recherche. Les résultats obtenus sont souvent valorisés par une publication dans un journal scientifique de renom international.

#### **Exigences de la formation**

Le niveau scientifique élevé du physicien EPFL exige de bonnes aptitudes dans les mathématiques, des capacités d'analyse et de synthèse, un goût prononcé pour la rigueur scientifique et un penchant pour la conceptualisation et l'abstraction.



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

## PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

2004-2005

arrêté par la direction de l'EPFL le 24 mai 2004

<b>Directeur de la section</b>	<b>Prof. J.-J. Meister</b>
<b>Conseillers d'études :</b>	
1ère année	<b>Prof. A. Pasquarello</b>
2ème année	<b>M. L. Villard (MER)</b>
3ème année	<b>Prof. R. Chawla</b>
4ème année	<b>Prof. M.Q. Tran</b>
Diplômants	<b>Prof. H. Brune</b>
<b>Responsable passerelle HES</b>	<b>Profs J.-P. Ansermet</b>
<b>Coordinateur STS</b>	<b>Prof. J.-P. Ansermet</b>
<b>Délégué à la mobilité</b>	<b>Prof. R. Monot</b>
<b>Secrétariat de la section</b>	<b>Mme S. Claudet</b>

*Aux cycles bachelor et master, selon les besoins pédagogiques, les heures d'exercices mentionnées dans le plan d'études pourront être intégrées dans les heures de cours ; les scolarités indiquées représentent les nombres moyens d'heures de cours et d'exercices hebdomadaires sur le semestre.*



**PHYSIQUE**

Cycle bachelor

Admission cycle master

**Branches obligatoires**

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	3			4			5			6			
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>														
<b>Mathématiques :</b>															
Analyse III,IV	Stuart	MA	3	2		3	2								140
Probabilité et statistique	Pfister	MA	3	2											70
<b>Physique :</b>															
Physique III,IV	Meister	PH	4	2		4	2								168
Mécanique analytique	De Los Rios	PH	2	2											56
Physique quantique I	Mila	PH				3	2								70
Physique quantique II	Mila	PH							2	2					56
Physique du solide I+II	Brune + Félix	PH							2	2		2	2		112
Physique statistique I	Martin Ph.	PH							2	2					56
Electrodynamique classique	Chapochnikov	PH										2	2		56
Physique nucléaire et corpusculaire I	Schneider O.	PH							2	2					56
<b>Biologie :</b>															
Chimie biologique	Vogel H.	CGC				2	2								56
<b>Electronique :</b>															
Initiation à l'électronique	Décumex	EL	2	2											56
<b>Branches de semestre :</b>															
Physique TPD I,II	Gremaud	PH			4			4							112
Expérimentation numérique I	Baldereschi/Posternak	PH				1		1							28
Expérimentation numérique II	Baldereschi/Posternak	PH							1		1				28
Physique TPA	Sanjines	PH									7			7	196
Introduction aux techniques de construction	Sanjines/Schmid Pi./Ichino	PH									(1)				
<b>Enseignement Sciences Humaines et Sociales (SHS) :</b>															
SHS : Atelier I,II	Divers enseignants	SHS			2			2							56
SHS : Cours de spécialisation I,II	Divers enseignants	SHS							2			2			56
<b>Options :</b>															
Options de 2ème année selon liste	Divers enseignants	Divers				3									42
Options de 3ème année selon liste	Divers enseignants	Divers									12				168
<b>Totaux : Tronc commun</b>															
			14	10	6	16	8	7	14	8	8	15	4	7	
<b>Totaux : Par semaine en moyenne</b>				30			31			30			26		
<b>Totaux : Par semestre en moyenne</b>				420			434			420			364		

c : cours e : exercices p : branches pratiques ( ) : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

Options

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	3			4			5			6			
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants														
<b>OPTIONS DE 2EME ANNEE</b>															
						3									42
Astrophysique I : Introduction à l'astrophysique	Meylan	PH				2	/								42
Initiation aux sciences des communications	Wagen	EL				2	/								42
Structure de la matière condensée	Chapuis	PH				2	/								42
<b>OPTIONS DE 3EME ANNEE (total sur l'année)</b>															
										12				168	
<b>Options SPH</b>															
- Astrophysique II : Bases physiques de l'astrophysique	North	PH										2	/		42
- Atomes et rayonnement	Bressler	PH										2	/		42
- Biophysique I	Meister/Bény	PH						2	/						42
- Biophysique II	Dietler	PH										2	/		42
- Hydrodynamique	Monkewitz	GM										2	/		42
- Méthodes mathématiques de la Physique	Pfister	MA						2	/						42
- Optique I	Kapon	PH						2	/						42
- Optique II	Kapon	PH										2	/		42
- Physique des matériaux I	Schaller	PH						2	/						42
- Physique des matériaux II	Baluc/Schaller	PH										2	/		42
- Physique des neutrons	Chawla	PH										2	/		42
- Physique des plasmas I	Alberti	PH										2	/		42
- Physique mathématique I	Savona	PH						2	/						42
- Physique mathématique II	Kunz	PH										2	/		42
- Physique nucléaire et corpusculaire II	Schneider O.	PH										2	/		42
- Physique statistique II	Martin Ph.	PH										2	/		42
<b>Options SMA</b>															
- selon catalogue des cours de 2ème cycle SMA	divers enseignants	MA													
<b>Options SCGC</b>															
- selon catalogue des cours de 2ème cycle SCGC	divers enseignants	CGC													
<b>Options autres facultés (total sur l'année)</b>															
- selon catalogue annuel établi par la section de Physique												3			42
<b>Divers:</b>															
Séminaire de physique	Conseiller d'études	PH										(1)		(1)	

c : cours e : exercices p : branches pratiques ( ) : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

**PHYSIQUE**

**Cycle master**

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	7			8			Heures
			c	e	p	c	e	p	
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>								
<b>Travaux pratiques IV selon option:</b>									
- Astronomie	Mermilliod, Meylan	PH			8		8	124	
- Biophysique	Bressler, Chergui, De Los Rios, Dietler, Meister, Schiltz	PH							
- Cristallographie	Chapuis, Schiltz	PH							
- Microscopie électronique	Buffat	PH							
- Photonique et électronique quantique	Deveaud-Plédran, Fiore, Grandjean, Illegems, Kapon	PH							
- Physique des hautes énergies	Bay, Nakada, Schietinger, Schneider O., Tran M.T.	PH							
- Physique de la matière condensée	Ansermet, Chergui, Forro, Lévy, Margaritondo, Monot, Schneider W.-D.	PH							
- Physique des accélérateurs	Wrulich	PH							
- Physique des réacteurs	Chawla	PH							
- Physique de plasmas	Fasoli, Tran M.O., Villard	CRPP							
- Physique des surfaces	Brune, Félix, Forro, Kern, Margaritondo, Monot, Patthey, Schneider W.-D.	PH							
- Physique théorique	Baldereschi, Chapirochnikov, De Los Rios, Ivanov, Kunz, Martin Ph., Mila, Pasquarello, Savona	PH							
<b>Enseignement Science-Technique-Société :</b>									
Projet STS	Ansermet (responsable)	STS			2		2	56	
<b>Divers:</b>									
Séminaire de physique	Conseiller d'études	PH		(1)			(1)		
Stage d'ingénieur (durée de 4 semaines - voir le règlement d'application)	Industrie ou sections d'ingénieurs d'une institution jugée équivalente	sauf PH				S		S	
<b>GRUPE DES COURS A OPTION (total sur l'année)</b>									
<b>Options SPH (total sur l'année)</b>									
<b>Astrophysique III : Cosmologie observationnelle</b>	Meylan	PH	2	1				42	
<b>Astrophysique IV : Dynamique stellaire et galactique</b>	Mermilliod	PH				2	1	42	
<b>Biophysique expérimentale à l'échelle moléculaire</b>	Dietler [ce cours ne sera pas donné en 2004/2005]	PH	2	1				42	
<b>Champs quantiques relativistes I,II</b>	Chapochnikov	PH	2	1		2	1	84	
<b>Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire</b>	Bay/Morel	PH				2	1	42	
<b>Des petites molécules aux biomacromolécules</b>	Chergui	PH	2	1				42	
<b>Détection des particules</b>	Schietinger	PH				2	1	42	
<b>Dispositifs électroniques et optiques à semiconducteurs I,II</b>	Illegems	PH	2	1		2	1	84	
<b>Electrodynamique quantique</b>	Reuse	PH				2	1	42	
<b>Introduction à l'électrodynamique et optiques quantiques</b>	Reuse	PH	2	1				42	
<b>Introduction à la physique des astroparticules</b>	Bay A./Neronov	PH				2	1	42	
<b>Introduction aux accélérateurs de particules</b>	Wrulich	PH	2	1				42	
<b>Le noyau atomique</b>	Schneider O.	PH	2	1				42	
<b>Méthodes expérimentales en physique I,II</b>	Bonard/Brune/Ganière	PH	2	1		2	1	84	
<b>Méthodes physiques de la biologie</b>	Schiltz	PH				2	1	42	
<b>Optique II, III</b>	Deveaud-Plédran	PH	2	1		2	1	84	
<b>Optique quantique</b>	Dupertuis	PH				2	1	42	
<b>Particules élémentaires I, II</b>	Bay	PH	2	1		2	1	84	
<b>Phénomènes non linéaires et chaos I,II</b>	Kunz	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique de la diffraction et formation des images en microscopie</b>	Stadelmann	MX	2	1				42	
<b>Physique des plasmas II + III</b>	Fasoli + Lister	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique des surfaces, interfaces et Clusters I+II</b>	Monot/Schneider W.D. + Kern/Harbach	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique des systèmes énergétiques I+II</b>	Favrat/Chawla + Chawla/Haldi	GM/PH/GC	2	1		2	1	84	
<b>Physique du solide III, IV</b>	Mila	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique quantique III, IV</b>	Ivanov	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique statistique III, IV</b>	Martin Ph. + Savona	PH	2	1		2	1	84	
<b>Physique statistique des biomacromolécules</b>	De Los Rios	PH	2	1				42	
<b>Relativité et cosmologie I, II</b>	Kunz + Chapochnikov	PH	2	1		2	1	84	
<b>Réseaux de neurones et modélisation biologique</b>	Gerstner	IN				2	1	42	
<b>Simulation numérique de systèmes physiques I,II</b>	Pasquarello	PH	2	1		2	1	84	
<b>Options FSB (SPH, SMA, SCGC) (total sur l'année)</b>									
Selon catalogue des cours 2ème cycle SPH, SMA, SCGC									
<b>Options autres facultés (total sur l'année)</b>									
Selon catalogue établi par la section de physique									
<b>Totaux : Tronc commun</b>			20		10	20		10	
<b>Totaux : Par semaine</b>				30			30		
<b>Totaux : Par semestre</b>				420			420		

c : cours e : exercices p : branches pratiques ( ) : facultatif en italique : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horaire

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	Sections	7			8			Nb heures semestre
			c	e	p	c	e	p	
Matière	Enseignants								
<b>Travaux pratiques IV selon option:</b>					8			8	224
- Astronomie	Mermilliod, Meylan	PH							
- Biophysique	Bressler, Chergui, De Los Rios, Dietler, Meister, Schiltz	PH							
- Cristallographie	Chappuis, Schiltz	PH							
- Microscopie électronique	Buffat	PH							
- Photonique et électronique quantique	Deveaud-Piédran, Fiore, Grandjean, Ilegems, Kapon	PH							
- Physique des hautes énergies	Bay, Nakada, Schietinger, Schneider O., Tran M.T.	PH							
- Physique de la matière condensée	Ansermet, Chergui, Forro, Lévy, Margaritondo, Monot, Schneider W.-D.	PH							
- Physique des accélérateurs	Wrulich	PH							
- Physique des réacteurs	Chawla	PH							
- Physique de plasmas	Fasoli, Tran M.Q., Villard	CRPP							
- Physique des surfaces	Brune, Félix, Forro, Kern, Margaritondo, Monot, Pothey, Schneider W.-D.	PH							
- Physique théorique	Baldereschi, Chapirochnikov, De Los Rios, Ivanov, Kunz, Martin Ph., Mila, ...	PH							
<b>Divers:</b>									
Séminaire de physique	Conseiller d'études	PH		(1)			(1)		
<b>GROUPES DES COURS A OPTION (total sur l'année)</b>									
<b>Cours à option :</b>									
<b>Options SPH (total sur l'année)</b>									
			39						
			≥ 18						
Astrophysique III : Cosmologie observationnelle	Meylan	PH	2	1			2	1	42
Astrophysique IV : Dynamique stellaire et galactique	Mermilliod	PH					2	1	42
Biophysique expérimentale à l'échelle moléculaire	Dietler	PH	2	1					42
Champs quantiques relativistes I,II	Chapcochnikov	PH	2	1			2	1	84
Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire	Bay/Morel	PH					2	1	42
Des petites molécules aux biomacromolécules	Chergui	PH					2	1	42
Détection des particules	Schietinger	PH					2	1	42
Dispositifs électroniques et optiques à semi-conducteurs I,II	Ilegems	PH	2	1			2	1	84
Electrodynamique quantique	Reuse	PH					2	1	42
Introduction à l'électrodynamique et optiques quantiques	Reuse	PH	2	1					42
Introduction à la physique des astroparticules	Bay A./Neronov	PH					2	1	42
Introduction aux accélérateurs de particules	Wrulich	PH	2	1					42
Le noyau atomique	Schneider O.	PH	2	1					42
Méthodes expérimentales en physique I,II	Bonard/Brune/Ganière	PH	2	1			2	1	84
Méthodes physiques de la biologie	Schiltz	PH					2	1	42
Optique II, III	Deveaud-Piédran	PH	2	1			2	1	84
Optique quantique	Dupertuis	PH					2	1	42
Particules élémentaires I, II	Bay A.	PH	2	1			2	1	84
Phénomènes non linéaires et chaos I,II	Kunz	PH	2	1			2	1	84
Physique de la diffraction et formation des images en microscopie	Stadelmann	MX	2	1					42
Physique des plasmas II + III	Fasoli + Lister	PH	2	1			2	1	84
Physique des surfaces, interfaces et Clusters I+II	Monot/Schneider W.D. + Kern/Harbach	PH	2	1			2	1	84
Physique des systèmes énergétiques I+II	Favrat/Chawla + Chawla/Haldi	GM/PH/GC	2	1			2	1	84
Physique du solide III, IV	Mila	PH	2	1			2	1	84
Physique quantique III, IV	Ivanov	PH	2	1			2	1	84
Physique statistique III, IV	Martin Ph. + Savona	PH	2	1			2	1	84
Physique statistique des biomacromolécules	De Los Rios	PH	2	1					42
Relativité et cosmologie I, II	Kunz + Chapcochnikov	PH	2	1			2	1	84
Réseaux de neurones et modélisation biologique	Gerstner	IN					2	1	42
Simulation numérique de systèmes physiques I,II	Pasquarello	PH	2	1			2	1	84
<b>Options FSB (SPH, SMA, SCGC) (total sur l'année)</b>									
Selon catalogue des cours 2ème cycle SPH, SMA, SCGC			≥ 6						
<b>Options autres facultés (total sur l'année)</b>									
Selon catalogue établi par la section de physique			≥ 6						
<b>Enseignement Sciences Humaines et Sociales (SHS) :</b>									
SHS :Projet I, II	Divers enseignants	SHS	1		2	1		2	56
<b>Totaux : Tronc commun</b>			20		10	20		10	
<b>Totaux : Par semaine</b>			30			30			
<b>Totaux : Par semestre</b>			420			420			

c : cours e : exercices p : branches pratiques ( ) : facultatif en Itallque : cours à option / : enseignement partagé + : enseignement séparé à l'horlaire

## RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES DE LA SECTION DE PHYSIQUE

(sessions de printemps, d'été et d'automne 2005)  
du 24 mai 2004

*La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne*

vu l'ordonnance sur la formation menant au bachelor et au master de l'EPFL,

vu l'ordonnance sur le contrôle des études menant au bachelor et au master à l'EPFL,

*arrête :*

### Article premier - Champ d'application

Le présent règlement est applicable aux examens de la section de physique de dans le cadre des études de bachelor et de master.

### Art. 2 – Etapes de formation

1. Le bachelor est composé de deux étapes successives de formation :

- le cycle propédeutique d'une année dont la réussite se traduit par 60 crédits ECTS acquis en une fois, condition pour entrer au cycle bachelor.

- le cycle bachelor s'étendant sur deux ans dont la réussite implique l'acquisition de 120 crédits, condition pour entrer au master.

2. Le master est composé de deux étapes successives de formation :

- le cycle master d'une durée d'un an dont la réussite implique l'acquisition de 60 crédits, condition pour effectuer le projet de master.

- le projet de master d'une durée de 4 mois dont la réussite implique l'acquisition de 30 crédits.

### Art. 3 - Bachelor et master : dispositions transitoires

1 L'étudiant qui a passé avec succès l'examen propédeutique avant la rentrée académique 2004-2005 poursuit ses études selon le plan d'études du cycle bachelor (chapitre 2 du présent règlement).

2 L'étudiant qui a passé avec succès l'examen propédeutique II avant la rentrée académique 2004-2005 poursuit ses études selon le plan d'études de la 3<sup>e</sup> année (chapitre 2 du présent règlement).

3 L'étudiant qui a échoué l'examen propédeutique II et qui est autorisé à entreprendre une seconde tentative poursuit ses études en commençant le cycle bachelor. La seconde tentative consiste à réussir l'examen de 2<sup>ème</sup> année (art. 7) en une année.

4 L'étudiant ayant obtenu les 60 crédits de la 3<sup>ème</sup> année avant la rentrée académique 2004-2005 commence ses études de master selon le présent règlement.

## Chapitre 1 : Cycle propédeutique

### Article 4 - Examen propédeutique

L'examen propédeutique est composé du bloc des branches d'examen et du bloc des branches de semestre :

	coefficient
Branches d'examen (session d'été ou d'automne)	
1. Analyse I,II (écrit)	3
2. Algèbre linéaire I,II (oral)	1.5
3. Algèbre linéaire I,II (écrit)	1.5
4. Analyse numérique (écrit)	1
5. Physique I,II (écrit)	2
6. Physique I,II (oral)	2
7. Chimie générale (pour sciences) (écrit)	1
Branches de semestre	
8. Introduction à la métrologie, Labo (hiver)	1
9. Informatique I,II (hiver+été)	2
10. Chimie TP (pour physiciens)	1
11. SHS : Cours d'initiation 1 (hiver)	0.25
12. SHS : Cours d'initiation 2 (hiver)	0.25
13. SHS : Cours d'initiation 3 (été)	0.25
14. SHS : Cours d'initiation 4 (été)	0.25

## Chapitre 2 : Cycle bachelor

### Art. 5 – Organisation

Les enseignements de la 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années du Cycle Bachelor sont répartis en quatre blocs « A », « B », « C » et « D », et en un groupe « cours à option ».

### Art. 6 – Sessions d'examen

1 En 2<sup>ème</sup> année, les branches semestrielles sont examinées à la session qui suit immédiatement la fin des cours, soit à la session de printemps ou à la session d'été et les branches annuelles sont examinées à la session d'été ou à la session d'automne.

2 En 3<sup>ème</sup> année, les branches d'examen sont examinées à la session qui suit immédiatement la fin des cours, soit à la session de printemps ou à la session d'été

### Art. 7 – Examen de 2<sup>ème</sup> année

1 Le bloc « A » est réussi lorsque les 36 crédits suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen	
1. Analyse III,IV (écrit)	10
2. Probabilité et statistique (oral)	5
3. Physique III,IV (écrit)	12
4. Mécanique analytique (écrit)	4
5. Physique quantique I (écrit)	5

2 Le bloc « B » est réussi lorsque les **24 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen	
6. Chimie biologique (écrit)	4
Branches de semestre	
7. Initiation à l'électronique (hiver)	4
8. Physique, TPD I, II (hiver + été)	8
9. Expérimentation numérique I (TP) (été)	2
10. Option (oral)	3
11. SHS : atelier I,II (hiver+été)	3

**Art. 8 - Examen de 3<sup>ème</sup> année (Examen d'admission au cycle Master pour les étudiants effectuant leur 3<sup>ème</sup> année en 2004/05)**

1 Le groupe des « cours à option » est réparti en :  
 - Options FSB : options des sections de Physique (SPH), Mathématiques (SMA), Chimie et Génie chimique (SCGC)  
 - Options autres facultés : la liste des options autres facultés figure dans le catalogue établi annuellement par la section de Physique.

2 Le bloc « C » est réussi lorsque les **24 crédits** suivants sont obtenus :

	crédits
Branches d'examen (session de printemps)	
1. Physique statistique I	4
2. Physique quantique II	4
3. Physique du solide I	4
4. Physique nucléaire et corpusculaire I	4
Branches d'examen (session d'été)	
5. Physique du solide II	4
6. Electrodynamique classique	4

3 Le bloc « D » est réussi lorsque les **21 crédits** suivants sont obtenus :

Branches de semestre de 3e année	
1. Physique, TPA (hiver)	7
2. Physique, TPA (été)	7
3. SHS : cours de spécialisation I,II (hiver+été)	5
4. Expérimentation numérique II (TP) (hiver)	2

4 Le groupe des cours à option est réussi lorsque les **15 crédits** suivants sont obtenus :

1. Options FSB	12
2. Options autres facultés	3

**Chapitre 3 : Cycle master (dès 2005/2006)**

**Art. 9 - Organisation**

Les enseignements du cycle master sont répartis en un Bloc « E » et en un groupe « cours à option ».

**Art. 10 - Préalables**

L'étudiant doit se conformer aux préalables spécifiés dans le livret des cours pour suivre certains enseignements du cycle master.

**Art. 11 - Sessions d'examen**

Les branches d'examen sont examinées à la session qui suit immédiatement la fin des cours, soit à la session de printemps ou à la session d'été.

**Art. 12 - Options**

1 Le groupe des « cours à option » est réparti en :  
 - Options SPH : liste des options figurant dans le plan d'études  
 - Options FSB : options des sections de Physique (SPH), Mathématiques (SMA), Chimie et Génie chimique (SCGC)  
 - Options autres facultés : la liste des options autres facultés figure dans le catalogue établi annuellement par la section de Physique.

2 L'étudiant est autorisé à prendre 6 crédits des cours à option SPH du cycle bachelor durant le cycle master.

3 L'étudiant doit prendre 18 crédits au moins pour les options SPH, 6 crédits au moins pour les options FSB et 6 crédits au moins pour les options autres facultés.

**Art. 13 - Examen du cycle master**

1 Les **39 crédits** associés aux branches à option s'acquièrent de façon indépendante par réussite individuelle de chaque branche.

Branches d'examen (session de printemps ou d'été)	crédits
1. Options SPH	≥ 18
2. Options FSB	≥ 6
3. Options autres facultés	≥ 6

2 Le bloc « E » est réussi lorsque les **21 crédits** sont obtenus.

	crédits
1. TP IV (hiver)	7.5
2. TP IV (été)	7.5
3. Projet SHS (hiver + été)	6

**Chapitre 4 : Examens d'admission au projet de master (pour les étudiants effectuant leur 4<sup>ème</sup> année d'études en 2004-2005)**

**Art. 14 - Organisation**

1 Les enseignements du 2<sup>ème</sup> cycle sont répartis en deux blocs « Cours de base » et « Branches pratiques », et en un groupe « cours à option ».

2 L'étudiant doit se conformer aux préalables spécifiés dans le livret des cours pour suivre certains enseignements du cycle master.

**Art. 15 - Stage d'ingénieur**

1 Le bloc « Branches pratiques » comprend un stage d'ingénieur obligatoire effectué dans l'industrie ou dans une section d'ingénieurs d'une institution jugée équivalente, et agréée par la section de Physique.

2 D'une durée de quatre semaines au moins, le stage s'effectue, entre les semestres, depuis l'été de la 2ème année au début du 8ème semestre.

3 Les modalités d'évaluation du stage font l'objet de directives internes à la section.

#### Art. 16 – Cours à option

1 Les cours à option sont répartis en :

- Options SPH : liste des options figurant dans le plan d'études de la section de Physique
- Options FSB : options des sections de Physique (SPH), Mathématiques (SMA), Chimie et Génie Chimique (SCGC).
- Options autres facultés : la liste des options autres facultés figure dans le catalogue établi annuellement par la section de Physique.

2 Les crédits associés au groupe « Cours à option » s'acquièrent de façon indépendante, par réussite individuelle de chaque branche.

#### Art. 17 – Sessions d'examen

Les branches d'examen sont examinées à la session qui suit immédiatement la fin des cours, soit à la session de printemps ou à la session d'été.

#### Art. 18 - Examen d'admission au projet de master

1 Le bloc " Cours de base " donne droit à **42 crédits**.

Branches d'examen (session de printemps 3<sup>ème</sup> année)

1. Physique statistique I	4
2. Physique quantique II	4
3. Physique du solide I	4
4. Physique nucléaire et corpusculaire I	4

Branches d'examen (session d'été 3<sup>ème</sup> année)

5. Physique du solide II	4
6. Electrodynamique classique	4

Branches d'examen (session de printemps ou été 3<sup>ème</sup> année)

7. Options FSB	14
8. Options autres facultés	4

2 Le bloc " branches pratiques " donne droit à **38 crédits**, dont 18 en 3ème année et 20 en 4ème.

Branches de semestre de 3e année

1. Physique, TPA (hiver)	6
2. Physique, TPA (été)	6
3. Cours STS (hiver+été)	4
4. Expérimentation numérique II (TP) (hiver)	2

Branches de semestre de 4e année

5. Stage d'ingénieur (hiver ou été)	4
6. TP IV (hiver)	7
7. TP IV (été)	7
8. Projet STS (hiver + été)	2

3 Le groupe des cours à option donne droit à **40 crédits**, dont 18 crédits au moins pour les options SPH, 6 crédits au moins pour les options FSB et 6 crédits au moins pour les options autres facultés.

Branches d'examen (session de printemps ou d'été)	crédits
1. Options SPH	≥ 18
2. Options FSB	≥ 6
3. Options autres facultés	≥ 6

## Chapitre 5 : Dispositions finales

#### Art. 19 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de physique de l'EPFL du 26 mai 2003 est abrogé.

#### Art. 20 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable aux examens correspondant au plan d'études 2004/2005.

24 mai 2004 Au nom de la direction de l'EPFL

Le président, P. Aebischer  
Le vice-président pour la formation, M. Jufer

## LISTE DES COURS DE LA SECTION DE PHYSIQUE

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Cycle propédeutique</b>			
<b>1<sup>ère</sup> année</b>			
<b>Mathématiques :</b>			
Analyse I, II ou	Ratiu	1er, 2e	53, 54
Analysis I, II (en allemand)	Semmler	1er, 2e	55, 56
Algèbre linéaire I, II	Thévenaz J.	1er, 2e	57, 58
Analyse numérique	Quarteroni	2e	59
<b>Physique :</b>			
Physique I, II	Ansermet	1er 2e	60, 61
<b>Chimie et Biologie :</b>			
Chimie générale (pour sciences)	Friedli	1er	62
Chimie TP (pour physiciens)	Friedli/Oez	1er	63
<b>Informatique :</b>			
Informatique I, II	Chappelier	1er 2e	64, 65
<b>Technologies :</b>			
Introduction à la métrologie	Gremaud/Schaller	1er	66
<b>Enseignement Sciences Humaines et Sociales (SHS) :</b>			
SHS : Cours d'initiation	Divers enseignants	1er 2e	
selon brochure SHS			

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Cycle bachelor</b>			
<b>2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années</b>			
<b>Branches obligatoires</b>			
<b>Mathématiques :</b>			
Analyse III, IV	Stuart	3e, 4e	69, 70
Probabilité et statistique	Pfister	3e	71
<b>Physique :</b>			
Physique III, IV	Meister	3e, 4e	72, 73
Mécanique analytique	De Los Rios	3e	74
Physique quantique I	Mila	4e	75
Physique quantique II	Mila	5e	76
Physique du solide I, II	Brune, Félix	5e 6e	77, 78
Physique statistique I	Martin Ph.A.	5e	79
Electrodynamique classique	Chapochnikov	6e	80
Physique nucléaire et corpusculaire I	Schneider O.	5e	81
<b>Biologie :</b>			
Chimie biologique	Vogel H.	4e	82
<b>Electronique :</b>			
Initiation à l'électronique	Décurnex	3e	83
<b>Branches de semestre :</b>			
Physique TPD I, II	Gremaud	3e, 4e	84
Expérimentation numérique I	Baldereschi/Posternak	4e	85
Expérimentation numérique II	Baldereschi/ Posternak	5e	86
Travaux pratiques de physique avancés	Sanjinés	5e, 6e	87
Introduction aux techniques de construction	Sanjines/ Schmid/Ichino	5e	88
<b>Enseignement Sciences Humaines et Sociales (SHS) :</b>			
SHS : Atelier I, II	Divers enseignants	3e 4e	selon brochure
SHS : Cours de spécialisation I, II	Divers enseignants	5e 6e	SHS

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Options</b>			
<b>Options de 2<sup>ème</sup> année :</b>			
Astrophysique I : Introduction à l'astrophysique	Meylan	4e	89
Initiation aux sciences des communications	Wagen	4e	90
Structure de la matière condensée	Chapuis	4 <sup>e</sup>	91
<b>Options de 3<sup>ème</sup> année</b>			
<b>Options SPH</b>			
Astrophysique II : Bases physiques de l'astrophysique	North	6e	92
Atomes et rayonnement	Bressler	6e	93
Biophysique I	Meister/Bény/Hinz	5e	94
Biophysique II	Dietler	6e	95
Hydrodynamique	Monkewitz	6e	96
Méthodes mathématiques de la physique	Pfister	5e	97
Optique I	Kapon	5e	98
Optique II	Kapon	6e	99
Physique des matériaux I	Schaller	5e	100
Physique des matériaux II	Schaller/Baluc	6e	101
Physique des neutrons	Chawla	6e	102
Physique des plasmas I	Alberti	6e	103
Physique mathématique I	Savona	5e	104
Physique mathématique II	Kunz	6e	105
Physique nucléaire et corpusculaire II	Schneider O.	6e	106
Physique statistique II	Martin Ph.	6e	107
<b>Options SMA</b>			
Selon catalogue des cours de 2 <sup>ème</sup> cycle SMA			
<b>Options SCGC</b>			
Selon catalogue des cours de 2 <sup>ème</sup> cycle SCGC			
<b>Options autres facultés</b>			
Selon catalogue annuel établi par la section de physique			

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
<b>Cycle master</b>			
<b>4<sup>ème</sup> année</b>			
<b>GRUPE DES COURS À OPTION :</b>			
<b>Options SPH</b>			
Astrophysique III : Cosmologie observationnelle	Meylan	7e	111
Astrophysique IV : Dynamique stellaire et galactique	Mermilliod	8	112
Champs quantiques relativistes I, II	Chapochnikov	7e, 8e	113
Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire	Bay/Morel	8e	114
Des petites molécules aux biomacromolécules	Chergui	7e	115
Détection des particules	Schietinger	8e	116
Dispositifs électroniques et optiques à semiconducteurs I, II	Ilegems	7e 8e	117, 118
Electrodynamique quantique	Reuse	8e	119
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	Reuse	7e	120
Introduction à la physique des astroparticules	Bay/Neronov	8e	121
Introduction aux accélérateurs de particules	Wrulich	7e	122
Le noyau atomique	Schneider O.	7e	123
Méthodes expérimentales en physique I, II	Bonard/Brune/ Ganière	7e, 8e	124
Méthodes physiques à la biologie	Schiltz	8e	125
Optique II, III	Deveaud-Plédran	7e, 8e	126, 127
Optique quantique	Dupertuis	8e	128
Particules élémentaires I, II	Bay	7e 8e	129
Phénomènes non linéaires et chaos I, II	Kunz	7e, 8e	130, 131
Physique de la diffraction et formation des images en microscopie	Stadelmann	7e	132

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Physique des plasmas II, III	Fasoli, Lister	7e, 8e	133, 134
Physique des surfaces, interfaces + Monot/ Clusters	Schneider W.D. Kern/Harbich	7e 8e	135 136
Physique des systèmes énergétiques I, II	Favrat/Chawla Chawla/Haldi	7e 8e	137 138
Physique du solide III, IV	Mila	7e, 8e	139, 140
Physique quantique III, IV	Ivanov	7e 8e	141, 142
Physique statistique III, IV	Martin Ph., Savona	7e, 8e	143, 144
Physique statistique des biomacromolécules	De Los Rios	7e	145
Relativité et cosmologie I, II	Kunz, Chapochnikov	7e, 8e	146, 147
Réseaux de neurones et modélisation biologique	Gerstner	8e	148
Simulation numérique de systèmes physiques I, II	Pasquarello	7e, 8e	149, 150

***Options Faculté des sciences de base (SPH, SMA, SCGC)***

Selon catalogue des cours 2<sup>ème</sup> cycle de SPH, SMA, SCGC

***Options autres facultés***

Selon catalogue annuel établi par la Section de Physique

*Catalogue des cours établi par la Section de Physique*

**Options autres Facultés**

*L'étudiant s'informerá des pré-requis exigés pour chaque cours*

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Ecoulements biphasiques et transfert de chaleur	Thome	SGM	7e	153
Instabilité et turbulence	Leriché	SGM	6e ou 8e	154
Mécanique des fluides compressibles	Drotz	SGM	6e ou 8e	155
Mécanique des solides	Curnier	SGM	6e	156
Modélisation et optimisation de systèmes énergétiques	Maréchal	SGM	6e ou 8e	157
Transfert de chaleur et de masse	Thome	SGM	6e	158
Viscoélasticité et élastoplasticité	Curnier	SGM	8e	159
Capteurs et micro- systèmes I, II	Renaud	SMT	5e, 6e	160
Cellules solaires et « macro-électronique »	Shah	SMT	7e	161
Microélectronique II	Popovic	SMT	7e	162
Optoélectronique	Fiore	SMT	7e	163
Filtres et filtrage numérique	Vanderghéynst	SGEL&E	7e	164
Hyperfréquences	Skrivervik	SGEL&E	7e	165
Introduction au traitement des signaux	Thiran J.P.	SGEL&E	5e	166
Introduction à la théorie de l'information et de la communication	Kunt	SGEL&E	6e	167
Introduction au traitement optique	Thévenaz	SGEL&E	7e	168

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Introduction au traitement des signaux biomédicaux	Vesin	SGEL&E	8e	169
Rayonnement et antennes	Mosig	SGEL&E	5e	170
Reconnaissance des formes	Thiran J.P.	SGEL&E	8e	171
Traitement de la parole	Drygajlo	SGEL&E	8e	172
Traitement des signaux multidimensionnels	Kunt	SGEL&E	7e	173
Analyse et modélisation des résultats expérimentaux	Stadelmann	SS&GMX	6e ou 8e	174
Analyse des surfaces	Mathieu	SS&GMX	6e	175
Analyse de la structure des polymères	Nguyen Q.T.	SS&GMX	7e	176
Composites polymères	Månson	SS&GMX	5e	177
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire	Stergiopulos	SS&GMX	8e	178
Machines adaptives bioinspirées	Floreano	SS&GMX	8e	179
Mécanique vibratoire	Gmür	SS&GMX	7e	180
Nanomatériaux	Hofmann/Petri	SS&GMX	7e	181
Propriétés diélectriques et optique des matériaux	Damjanovic	SS&GMX	8e	182
Transformation de phase	Rappaz M.	SS&GMX	6e	183
Advanced digital communications	Diggavi	SSC	7e	184
Algèbre pour communications numériques	Bayer Fluckiger	SSC	7e	185
Cryptographie et sécurité	Vaudenay/ Oechslin	SSC	7e	186
Information theory and coding	Telatar	SSC	7e	187
Modèles stochastiques pour les communications	Thiran P./ Dousse	SSC	5e ou 7e	188

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Principles of digital communications	Urbanke	SSC	6e	189
Recherche opérationnelle	Spada	SSC	5e	190
Computer Graphics	Thalmann	SIN	6e ou 8e	191
Génie logiciel	Baar	SIN	5e	192
Intelligence artificielle	Faltings	SIN	6e ou 8e	193
Théorie de l'information	Chappelier	SIN	5e ou 7e	194
Astronomie et localisation par satellites	Dupraz/ Merminod	SIE	5e	195
Hydrologie appliquée	Musy	SIE	6e	196
Photochimie atmosphérique	Van den Bergh	SIE	6e	197

## LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Alberti Stefano	Physique des plasmas I	103
Ansermet Jean-Philippe	Physique I, II	60, 61
Baar Thomas	Génie logiciel	192
Baldereschi Alfonso	Expérimentation numérique I, II	85, 86
Baluc Nadine	Physique des matériaux II	101
Bay Aurelio	Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire	114
	Introduction à la physique des astroparticules	121
	Particules élémentaires I, II	129
Bayer Fluckiger Eva	Algèbre pour communications numériques	185
Bény Jean-Louis	Biophysique I	94
Bonard Jean-Marc	Méthodes expérimentales en physique I, II	124
Bressler Christian	Atomes et rayonnement	93
Brune Harald	Physique du solide I	77
	Méthodes expérimentales en physique I, II	124
Chapochnikov Mikhail E.	Electrodynamique classique	80
	Champs quantiques relativistes	113
	Relativité et cosmologie II	147
Chappelier Jean-Cédric	Informatique I, II	64, 65
	Théorie de l'information	194
Chapuis Gervais	Structure de la matière condensée	91
Chawla Rakesh	Physique des neutrons	102
	Physique des systèmes énergétiques I, II	137, 138
Chergui Majed	Des petites molécules aux biomacromolécules I	115
Curnier Alain	Mécanique des solides	156
	Viscoélasticité et élastoplasticité	159
Damjanovic Dragan	Propriétés diélectriques et optique des matériaux	182
De Los Rios Paolo	Mécanique analytique	74
	Physique statistique des biomacromolécules	145

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Décurnex André	Initiation à l'électronique	83
Deveaud-Plédran Benoît	Optique II, III	126, 127
Dietler Giovanni	Biophysique II	95
Diggavi Suhas	Advanced digital communications	184
Dousse Olivier	Modèles stochastiques pour les communications	188
Drotz Alain	Mécanique des fluides compressibles	155
Drygajlo Andrzej	Traitement de la parole	172
Dupertuis Marc-André	Optique quantique	128
Dupraz Hubert	Astronomie et localisation par satellites	195
Faltings Boi	Intelligence artificielle	193
Fasoli Ambrogio	Physique des plasmas II	133
Favrat Daniel	Physique des systèmes énergétiques I	137
Félix Christian	Physique du solide II	78
Fiore Andrea	Optoélectronique	163
Floreano Dario	Machines adaptives bio inspirées	179
Friedli Claude	Chimie générale (pour sciences)	62
	Chimie TP (pour physiciens)	63
Ganière Jean-Daniel	Méthodes expérimentales en physique I, II	124
Gerstner Wulfram	Réseaux de neurones et modélisation biologique	148
Gmür Thomas	Mécanique vibratoire	180
Gremaud Gérard	Introduction à la métrologie	66
	Physique TPD I, II	84
Haldi Pierre-André	Physique des systèmes énergétiques II	138
Harbich Wolfgang	Physique des surfaces, interfaces + clusters	136
Hinz Boris	Biophysique I	94
Hofmann Heinrich	Nanomatériaux	181
Ichino Alessandro	Introduction aux techniques de construction	88
Ilegems Marc	Dispositifs électroniques et optiques à semiconducteurs I, II	117, 118
Ivanov Dmitri	Physique quantique III, IV	141, 142

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Kapon Eli	Optique I, II	98, 99
Kern Klaus	Physique des surfaces, interfaces + clusters	136
Kunt Murat	Introduction à la théorie de l'information et de la communication	167
	Traitement des signaux multidimensionnels	173
Kunz Hervé	Physique mathématique II	105
	Phénomènes non linéaires et chaos I, II	130, 131
	Relativité et cosmologie I	146
Leriche Emmanuel	Instabilité et turbulence	154
Lister Jonathan	Physique des plasmas III	134
Månson Jan-Anders	Composites polymères	177
Maréchal François	Modélisation et optimisation de systèmes énergétiques	157
Martin Philippe A.	Physique statistique I, II	79, 107
	Physique statistique III	143
Mathieu Hans-Jörg	Analyse des surfaces	175
Meister Jean-Jacques	Physique III, IV	72, 73
	Biophysique I	94
Mermilliod Jean-Claude	Astrophysique IV : Dynamique stellaire et galactique	112
Merminod Bertrand	Astronomie et localisation par satellites	195
Meylan Georges	Astrophysique I : Introduction à l'astrophysique	89
	Astrophysique III : Cosmologie observationnelle	111
Mila Frédéric	Physique quantique I, II	75, 76
	Physique du solide III, IV	139, 140
Monkewitz Peter	Hydrodynamique	96
Monot René	Physique des surfaces, interfaces	135
Morel Claude	Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire	114
Mosig Juan Ramon	Rayonnement et antennes	170
Musy André	Hydrologie appliquée	196
Neronov Andrii	Introduction à la physique des astroparticules	121

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Nguyen Quoc Tuan North Pierre	Analyse de la structure des polymères	176
	Astrophysique II : Bases physiques de l'astrophysique	92
Oechslin Philippe	Cryptographie et sécurité	186
Oez Hami	Chimie TP (pour physiciens)	63
Pasquarello Alfredo	Simulation numérique de systèmes physiques I, II	149, 150
Petri Alke	Nanomatériaux	181
Pfister Charles-Ed.	Probabilité et statistique	71
	Méthodes mathématiques de la physique	97
	Microélectronique II	162
Popovic Radivoje	Expérimentation numérique I, II	85, 86
Quarteroni Alfio	Analyse numérique	59
Rappaz Michel	Transformation de phase	183
Ratiu Tudor	Analyse I, II	53, 54
Renaud Philippe	Capteurs et micro systèmes I, II	160
Reuse François	Electrodynamique classique	119
	Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	120
	Travaux pratiques de physique avancés	87
Sanjinés Rosendo	Introduction aux techniques de construction	88
	Physique mathématique I	104
Savona Vincenzo	Physique statistique IV	144
	Introduction à la métrologie	66
Schaller Robert	Physique des matériaux I, II	100, 101
	Détection des particules	116
Schietinger Thomas	Méthodes physique à la biologie	125
Schiltz Marc	Introduction aux techniques de construction	88
Schneider Olivier	Physique nucléaire et corpusculaire I, II	81, 106
	Le noyau atomique	123
Schneider Wolf-Dieter	Physique des surfaces, interfaces	135
Semmler Klaus-Dieter	Analysis I, II (en allemand)	55, 56

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Shah Arvind	Cellules solaires et « macro- électronique »	161
Skrivervik Anja	Hyperfréquences	165
Spada Michela	Recherche opérationnelle	190
Stadelmann Pierre	Physique de la diffraction et formation des images en microscopie	132
	Analyse et modélisation des résultats expérimentaux	174
Stergiopulos Nikos	Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire	178
Stuart Charles-A.	Analyse III, IV	69, 70
Telatar Emre	Information theory and coding	187
Thalmann Daniel	Computer graphic	191
Thévenaz Jacques	Algèbre linéaire I, II	57, 58
Thévenaz Luc	Introduction au traitement optique	168
Thiran Jean-Philippe	Introduction au traitement des signaux	166
	Reconnaissance des formes	171
Thiran Patrick	Modèles stochastiques pour les communications	188
Thome John R.	Ecoulements biphasiques et transfert de chaleur	153
	Transfert de chaleur et de masse	158
Urbanke Ruediger	Principles of digital communications	189
Van den Bergh Hubert	Photochimie atmosphérique	197
Vandergheynst Pierre	Filtres et filtrage numérique	164
Vaudenay Serge	Cryptographie et sécurité	186
Vesin Jean-Marc	Introduction au traitement des signaux biomédicaux	169
Vogel Horst	Chimie biologique	82
Wagen Jean-Frédéric	Initiation aux sciences des communications	90
Wrulich Albin F.	Introduction aux accélérateurs de particules	122

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

# DESCRIPTION DES COURS

Cycle propédeutique - 1<sup>ère</sup> année

2004/2005

<b>Titre :</b> ANALYSE I					
<b>Enseignant:</b> Tudor RATIU, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
MATHÉMATIQUES .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
ACTUAIRES, HEC, UNIL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Étude du calcul différentiel et intégral : notions, méthodes, résultats.

**CONTENU**

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

- Notions fondamentales (nombres réels et complexes, limites)
- Fonctions
- Continuité
- Dérivées
- Développements limités
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima
- Fonctions spéciales
- Intégrales définies et indéfinies
- Intégrales généralisées.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1994 et 1993.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>1. Exercices à rendre</p> <p>2. Un travail écrit</p>
---	--

<b>Titre : ANALYSE II</b>					
<b>Enseignant: Tudor RATIU, Professeur EPFL/SMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 112</i>
MATHÉMATIQUES .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
ACTUAIRES, HEC, UNIL	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Étude du calcul différentiel et intégral : notions, méthodes, résultats.

**CONTENU**

Éléments d'équations différentielles ordinaires.

- Équations différentielles de premier ordre
- Équations différentielles de deuxième ordre à coefficients constants.

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables.

- Fonctions de plusieurs variables
- Dérivées partielles. Développements limités
- Maxima et minima, extrema liés
- Intégrales multiples.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices en salle.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1998 et 1997</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i> Analyse I, Algèbre linéaire I.</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>1. Exercices à rendre 2. Tavaux écrits</p>
---	--

<b>Titre :</b> ANALYSIS I IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE I EN ALLEMAND					
<b>Enseignant:</b> Klaus-Dieter SEMMLER, Chargé de cours EPFL/SMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 112
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MA, INF. SV.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 4
GC*, SIE*, GM .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 4 (*2)
GEL&E, MT, SGMX, SC.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT / CONTENU**

- Reelle Zahlen
- Folgen und Reihen
- Funktionen, Grenzwerte und Stetigkeit
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung von IR nach IR
- Integration, Stammfunktionen
- Verallgemeinerte Integrale
- Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours, exercices en groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f).	Vorlesung mit Uebungen in Gruppen. Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript) Sera communiquée au cours (Polycopié)		Abzugebende Uebungen Exercices à rendre
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Prüfungs Fach (schriftlich) Branche d'examen (écrit)
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>	Analysis II / Analyse II	

<b>Titre :</b> ANALYSIS II IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE II EN ALLEMAND					
<b>Enseignant:</b> Klaus-Dieter SEMMLER, Chargé de cours EPFL/SMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 112
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MA, INF*, SV* .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 4
GC*, SIE*, GM*, MT* .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 4 (*2)
GEL&E*, SGMX*, SC* .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT / CONTENU**

- Differentialrechnung von Funktionen von  $\mathbb{R}^n$  nach  $\mathbb{R}^m$
- Grenzwerte und Stetigkeit, Extrema
- Gradient, Richtungsableitung, Kritische Punkte
- Differentialformen, Integrierende Faktoren, Kurvenintegrale
- Integration über Gebiete im  $\mathbb{R}^n$
- Die Green-Stokes Formel

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Vorlesung mit Uebungen in Gruppen. Cours, exercices en groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f). <b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript) Sera communiquée au cours (Polycopié) <b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b>  Abzugebende Uebungen Exercices à rendre Prüfungs Fach (schriftlich) Branche d'examen (écrit)</p>
---	--

<b>Titre :</b> ALGÈBRE LINÉAIRE I					
<b>Enseignant:</b> Jacques THÉVENAZ, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

**CONTENU**

- **Notions d'algèbre :**  
Groupes, anneaux, corps, nombres complexes, polynômes, permutations.
- **Espaces vectoriels :**  
Indépendance linéaire, bases, dimension, sous-espaces, sommes directes.
- **Applications linéaires :**  
Noyaux, images, rang, matrices, déterminants.
- **Systèmes d'équations linéaires :**  
Opérations élémentaires, équivalence des matrices, matrices échelonnées.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b></p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i> Algèbre linéaire II</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et oral dans le cadre du Cycle propédeutique</p>
---	---

<b>Titre :</b> <b>ALGÈBRE LINÉAIRE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jacques THÉVENAZ, Professeur EPFL/SMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

**CONTENU**

- **Transformations linéaires :**  
Similitude des matrices, polynôme caractéristique, polynôme minimal, valeurs propres, vecteurs propres, triangularisation, diagonalisation, décompositions invariantes, formes de Jordan.
- **Formes bilinéaires et sesquilinéaires :**  
Formes linéaires, espace dual, formes bilinéaires, matrices symétriques, matrices hermitiennes, congruence des matrices, orthogonalisation, théorème de Sylvester.
- **Produits scalaires :**  
Orthonormalisation, matrices orthogonales, matrices unitaires, théorème spectral.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>    Cours ex cathedra et exercices en salle</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b></p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>  <i>Préalable requis:</i>            Algèbre linéaire I  <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen écrit et oral dans le cadre du Cycle propédeutique</p>
---	---

<b>Titre :</b> ANALYSE NUMÉRIQUE					
<b>Enseignant:</b> Alfio QUARTERONI, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42 (*56)</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES* .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1 (*2)
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'étudiant apprendra à résoudre numériquement divers problèmes mathématiques d'intérêt pratique et à discuter la valeur des algorithmes proposés.

**CONTENU**

- Stabilité, consistance, convergence des méthodes numériques.
- Interpolation, intégration et différentiation numériques.
- Méthodes directes et itératives pour la résolution de systèmes linéaires.
- Équations et systèmes d'équations non linéaires.
- Équations différentielles ordinaires.
- Équations différentielles ordinaires.
- Problèmes aux limites monodimensionnels traités par différences finies et éléments finis.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle et sur ordinateurs</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b> A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, « Méthodes Numériques par le Calcul Scientifique », Springer-Verlag France, Paris, 2000. A. Quarteroni et F. Saleri, « Scientific Computing with MATLAB », Springer-Verlag, Berlin, 2003.</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Analyse I et II. Algèbre linéaire I et II. Informatique I et II <i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE :</b></p> <p>Examen écrit au Cycle propédeutique</p>
---	--

<b>Titre : PHYSIQUE I</b>					
<b>Enseignant: Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Apprendre à transcrire sous forme mathématique un phénomène physique, afin de pouvoir en formuler une analyse raisonnée.

Les phénomènes considérés seront limités aux expériences élémentaires de la mécanique rationnelle du point matériel et du solide indéformable. Cette transcription mathématique inclut :

- une paramétrisation, un choix des repères de projection, des référentiels,
- un inventaire des forces ;
- l'application du théorème de la quantité de mouvement et du moment cinétique,
- l'application des principes de conservation.

Autant que possible, les systèmes mécaniques considérés permettront de se sensibiliser à des problématiques de physique plus avancée (ex. : réponse linéaire, section efficace de collision, relaxation de Debye, modes mous, ..)

**CONTENU**

**Introduction**

Notions élémentaires de mécanique pour matériel à une dimension, mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité.

**Cinématique**

Description formelle des rotations, formules de Poisson, vitesse angulaire.

**Forces**

Friction, gravitation, électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts.

**Lois de Newton**

Système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail, discussion qualitative.

**Cinématique et cinétique du corps solide indéformable**

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique.

**Dynamique du corps solide indéformable**

Axe de rotation fixe, effets gyroscopiques, contraintes aux points d'attache.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E168, 753809, A11039, Dg28	Contrôle continu 1 test écrit
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Examen écrit au Cycle propédeutique
<i>Préalable requis:</i>	Bonne formation au niveau maturité	
<i>Préparation pour:</i>	Physique II	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 98</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 5
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**Thermodynamique**

- Apprendre à définir un système physique dans l'esprit de la thermodynamique, choisir les variables qui définissent son état, spécifier comment il est couplé au monde extérieur.
- Savoir appliquer les grands principes de façon systématique.
- Se sensibiliser à la problématique des machines thermiques, de l'énergétique des réactions chimiques et des équilibres entre plusieurs phases.
- Apprendre à décrire et apprécier l'importance des phénomènes irréversibles tels que la conduction de la chaleur, les effets magnéto caloriques ou thermoélectriques.

**CONTENU**

**Changement de référentiel**

Calcul de l'accélération (Coriolis, centripète), dynamique terrestre, relativité restreinte

**Mécanique analytique**

Equations de Lagrange pour contraintes holonômes et forces conservatives, oscillateurs couplés, introduction aux principes variationnels (et contraintes non-holonômes)

**Introduction aux corps déformables et systèmes matériels**

Chaînettes et cordes vibrantes, tenseur de contraintes

**Thermodynamique : développer une intuition**

Introduction aux objectifs de la thermodynamique. La notion d'entropie. Les machines thermiques. La thermomécanique du gaz parfait. Réponse à l'échauffement et coefficients calorimétriques

**Thermodynamique : dérivation formelle sur une base thermocinétique**

Evolution quasi-statique d'un système continu par morceau, fonctions thermodynamiques, transformations de Legendre, réactions chimiques.

Thermocinétique des processus irréversibles linéaires, matrice d'Onsager, transport et effets croisés.

**Mécanique statistique**

Cinétique des gaz, principe d'équipartition, ...

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	758786, FC506, DP03.4, DP05.7, DF479, DF47, D210-6, AYI12,	Contrôle continu	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		2 tests écrits	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, Analyse I	Examen écrit au Cycle propédeutique	
<i>Préparation pour:</i>	Physique III et IV		

<b>Titre :</b> CHIMIE GÉNÉRALE (pour sciences)					
<b>Enseignant:</b> Claude FRIEDLI, Professeur EPFL/SCGC					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
GÉNIE MÉCANIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

### OBJECTIFS

- Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer l'accès aux enseignements ultérieurs de la section
- Se familiariser avec le langage et la symbolique utilisés en chimie afin de servir de base aux relations interdisciplinaires.
- Servir d'introduction aux cours de sciences du vivant.

### CONTENU

1. *Série périodique des éléments*: Relations entre position des éléments dans le tableau périodique et leurs propriétés physiques et chimiques, prédiction des réactivités.
2. *Liaisons, réaction chimique et stœchiométrie*: Bref rappel des différents types de liaison, influence sur les propriétés physiques et chimiques des composés, réactions chimiques et équilibres (y compris acide-base, tampon, hydrolyse, solubilité).
3. *Thermodynamique*: Transformation de l'énergie chimique et prédiction, énergie interne, enthalpie, loi de Hess, énergie libre, thermodynamique des équilibres, pile électrique et corrosion.
4. *Cinétique*: Vitesse de réaction, ordre de réaction, mécanismes, théorie du complexe activé, catalyses et biocatalyse.
5. *Chimie organique*: Le carbone, hydrocarbures, groupes fonctionnels, composés industriels, composés naturels.
6. *Chimie des surfaces et colloïdes*: Tension interfaciales, contacts liquide-solide et gaz-solide, adsorption, film, phénomènes électrocinétiques, propriétés optiques, mécaniques et électriques de l'état colloïdal

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstrations pratiques et exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Livre PPUR	Examen écrit au Cycle propédeutique	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Cours nécessitant des connaissances de base de chimie		

<b>Titre :</b> CHIMIE TP (pour physiciens)					
<b>Enseignant:</b> Claude FRIEDLI, Professeur EPFL/SCGC / Hami OEZ, Chargé de cours EPFL/SCGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 14
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

**OBJECTIFS**

- Introduction aux méthodes de travail en laboratoire de chimie
- Illustration du cours de chimie générale pour ingénieurs.

**CONTENU**

- Détermination d'une masse atomique
- Titrage acide-base
- Oxydimétrie
- Synthèse d'un composé inorganique

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Travaux pratiques assistés	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	Contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Cours de chimie générale	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>INFORMATIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif de ce cours est de développer une compétence en programmation (langage C++) et de familiariser les étudiants avec un environnement informatique (station de travail sous UNIX), mais aussi de présenter les notions de base de l'informatique logicielle et de l'algorithmique.

**CONTENU**

Rapide introduction à l'environnement UNIX (connexion, multi-fenêtrage, édition de textes, email, ...), éléments de base sur le fonctionnement d'un système informatique et prise en main d'un environnement de programmation (éditeur, compilateur, ...).

Initiation à la programmation (langage C++) : variables, expressions, structures de contrôle, fonctions, entrées-sorties, ...

Présentation informelle de l'algorithmique (exemples).

Mise en pratique sur des exemples simples : les concepts théoriques introduits lors des cours magistraux seront mis en pratique dans le cadre d'exercices sur machines.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes de cours ; livre(s) de référence indiqué(s) en début de semestre	EXAMEN ÉCRIT (2 H) Série notée intermédiaire
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		
<i>Préalable requis:</i>	Aucun	
<i>Préparation pour:</i>	INFORMATIQUE II	

<b>Titre :</b> <b>INFORMATIQUE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif de ce cours est d'approfondir les connaissances théoriques et pratiques présentées dans le cours Informatique I.

L'accent sera mis sur l'approche par objets à l'aide du langage C++. Une part du cours sera également dédiée à la conception et spécification de programmes, en partie grâce à la réalisation d'une mini-application sous la forme d'un projet de groupe, qui permettra également la mise en pratique effective des notions introduites en cours.

Certains des concepts de base de l'informatique et de l'algorithmique seront également abordés.

**CONTENU**

Fondements de l'approche objet : structure de classe, encapsulation, méthodes, héritage, polymorphisme, héritage multiple.

Bibliothèques usuelles d'outils (STL, ...)

Programmation générique (templates)

Approfondissements thématiques :

- complexité et classes de problèmes (P et NP) ;
- calcul scientifique ;
- méthodes de résolution de problèmes.

Les concepts théoriques introduits lors des cours magistraux seront mis en pratique dans le cadre d'exercices sur machines et par le biais de la réalisation d'un projet.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes de cours ; livre(s) de référence indiqué(s) en début de semestre	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>EXAMEN ÉCRIT (2 H)</b>
<i>Préalable requis:</i>	INFORMATIQUE I	Série notée intermédiaire
<i>Préparation pour:</i>	L'avenir	Projet de groupe

<b>Titre :</b> INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE					
<b>Enseignant:</b> Gérard GREMAUD, Robert SCHALLER, Chargés de cours EPFL/SPH					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b> 3

**OBJECTIFS**

Familiariser les étudiants physiciens avec les différentes *techniques de mesures* devenues classiques dans un laboratoire de physique expérimentale : vide, cryogénie, régulation de température, analyse de signaux électriques, etc. ....

**CONTENU**

- I Systèmes d'unités et ordres de grandeurs**
- II Calculs d'erreurs**
- III Appareils de mesure**
  - Sources de tension et de courant
  - Mesures de courants et tensions
  - Générateurs de fonctions, fréquencemètres et périodemètres
  - Oscilloscopes analogiques et digitaux
- IV Systèmes optiques**
  - Réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple
  - Systèmes optiques simples
- V Circuits électriques et électroniques**
  - Equations des circuits électriques
  - Réponses des dipôles et quadripôles
  - Circuits électroniques analogiques et digitaux
- VI Technique du vide et cryogénie**
  - Divers types de pompes à vide
  - Jauges à vide
  - Réalisation d'une enceinte à vide
  - Cryogénie
- VII Transducteurs et capteurs**
  - Terminologie et classification
  - Effets physiques de transduction
  - Montages électriques des capteurs
  - Mesure à distance par ondes
- VIII Thermique et régulation**
  - Sondes de température
  - Régulation de température PID
  - Four régulé

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> 1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 5 à 6 étudiants autour d'un montage expérimental	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	Contrôle continu et examen en fin de semestre
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques de physique	

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

## DESCRIPTION DES COURS

Cycle bachelor - 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> années

2004/2005

<b>Titre :</b> ANALYSE III					
<b>Enseignant:</b> Charles STUART, Professeur EPFL/SMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 70</b>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Intentions de l'enseignant : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaire qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.

Objectifs pour l'étudiant : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

**CONTENU**

- Éléments d'analyse vectorielle :  
 intégrales curvilignes  
 intégrales de surface  
 théorèmes de Green, Gauss et Stoke.

- Éléments d'analyse complexe :  
 fonctions holomorphes  
 théorème de Cauchy et ses applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> S.D. Chatterji, Cours d'Analyse vols. 1, 2, 3 PPUR	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Analyse I et II. <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année

<b>Titre :</b> ANALYSE IV					
<b>Enseignant:</b> Charles STUART, Professeur EPFL/SMA					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 70</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Intentions de l'enseignant : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaire qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.

Objectifs pour l'étudiant : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

**CONTENU**

- Transformée de Laurent, singularités et résidus
- Transformée de Laplace
- Transformée de Fourier
- Problèmes aux limites
- Série de Fourier.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours d'Analyse vol. 3, PPUR	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Préalable requis: Analyse I et II. Préparation pour:	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année

<b>Titre :</b> <b>PROBABILITÉ ET STATISTIQUE</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Charles-Ed. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/SMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

### OBJECTIFS

La théorie des probabilités joue un rôle important en physique. Le but du cours est d'initier les étudiants aux concepts de base, exposés dans des situations simples, mais formulés de façon à faciliter l'étude de textes plus approfondis.

### CONTENU

- Epreuve, événement, probabilité.
- Modèle de Kolmogorov.
- Espace de probabilité discret.
- Probabilité conditionnelle.
- Notion d'indépendance.
- Variable aléatoire, espérance mathématique, variance.
- Lois des grands nombres.
- Théorème de la limite centrale.
- Fluctuations.
- Estimation.
- Intervalle de confiance.
- Test.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages conseillés au cours	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II	Examen oral 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique	

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l'outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

**CONTENU**

**Mécanique des corps déformables**

Etats de la matière, modèle continu; comportement élastique; comportement visqueux; efforts internes, tenseur des contraintes; tenseur des déformations; solides hookéen, loi de Hooke généralisée; fluide newtonien: relation contrainte-vitesse de déformation; équilibre d'un corps, flexion et torsion; instabilité élastique

**Physique des fluides**

Cinématique des fluides; équation de continuité; dynamique des fluides parfaits; statique des fluides; dynamique des fluides visqueux incompressibles; stabilité d'un écoulement, nombre de Reynolds et similitude; physique des surfaces, tension superficielle et capillarité.

**Electromagnétisme (1<sup>ère</sup> partie)**

Electrostatique, champ et potentiel électriques; courants électriques stationnaires; magnétostatique; champs électrique et magnétique dans la matière, polarisation et aimantation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique I et II	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année combiné avec Physique IV
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	Contrôle continu durant le semestre

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l'outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

**CONTENU**

**Electromagnétisme (2<sup>ème</sup> partie)**

Champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; équations de Maxwell; énergie électromagnétique, vecteur de Poynting; circuits électriques en régime non-stationnaire.

**Phénomènes de propagation ondulatoire**

Ondes dans un milieu matériel et ondes électromagnétiques: propagation, transport d'énergie, atténuation, effet Doppler; superposition d'ondes: ondes stationnaires, battements, interférences; interactions ondes-milieu de propagation: réfraction, réflexion, diffraction, diffusion.

**Eléments d'optique géométrique**

Lentilles; aberrations; instruments d'optique.

**Introduction à la physique moderne (selon temps disponible)**

De la physique classique à la mécanique quantique; physique non-linéaire et chaos; éléments de physique atomique ; introduction à la biophysique ; etc..

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique I, II et III	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année combiné avec Physique III
<i>Préparation pour:</i>	Contrôle continu durant le semestre

<b>Titre : MÉCANIQUE ANALYTIQUE</b>					
<b>Enseignant: Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présentation des méthodes de la mécanique analytique (équations de Lagrange et de Hamilton) et introduction à l'étude des systèmes dynamiques (notions de stabilité, de chaos, d'attracteur).

**CONTENU**

1. **Rappels de mécanique newtonienne**
2. **Les équations de Lagrange**
  - Principe de d'Alembert.
  - Principe de moindre action.
  - Applications.
3. **Les équations de Hamilton**
  - Transformations de Legendre.
  - Transformations canoniques.
  - Méthode de Hamilton-Jacobi.
4. **Introduction aux systèmes dynamiques**
  - Notion de stabilité.
  - Systèmes Hamiltoniens : intégrabilité et chaos.
  - Systèmes dissipatifs : notion d'attracteur.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique, physique quantique.	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE QUANTIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant avec les concepts, les méthodes et les conséquences de la physique quantique.

**CONTENU**

1. **Introduction à la Mécanique quantique**
2. **Des particules aux ondes : l'équation des Schrödinger**
3. **Formulation générale de la Mécanique quantique**
4. **Premiers exemples d'application :**
  - Marche et puits de potentiel
  - L'oscillateur harmonique
  - Particule dans un champ magnétique uniforme : niveaux de Landau
5. **Une autre formulation de la Mécanique Quantique : l'intégrale de chemin**
6. **L'interprétation de la Mécanique Quantique**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Lectures on quantum mechanics" Gordon Baym	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique et mathématique du 1 <sup>er</sup> cycle et Physique du solide physique nucléaire	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE QUANTIQUE II</b>		<i>Title:</i> <b>QUANTUM MECHANICS II</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Les principes et méthodes de la physique quantique, dont l'étude sera poursuivie, seront illustrés par des exemples simples tirés de la physique atomique, de la physique des solides et de l'optique.

The study of the principles of quantum mechanics will be continued. Simple applications from atomic physics, solid state physics and from optics will be used as illustrations.

**CONTENU**

**CONTENTS**

- Potentiel central et moment cinétique orbital
- Le spin
- L'atome d'hydrogène
- Addition des moments cinétiques
- Théorie des perturbations indépendantes du temps
- Théorie des perturbations dépendantes du temps
- Interaction matière rayonnement
- Indiscernabilité des particules : fermions et bosons
- Des ondes aux particules : champ électromagnétique et photons

- Central potential and orbital angular momentum
- Spin
- Hydrogen atom
- Addition of angular momenta
- Time-independent perturbation theory
- Time-dependent perturbation theory
- Light-matter interaction
- Indistinguishability of particles fermions and bosons
- From waves to particles : electromagnetic field and photons

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, exercices préparés en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	"Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Lectures on quantum mechanics" Gordon Baym	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<i>Préalable requis:</i>	Physique quantique I	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Physique du solide, physique nucléaire		

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE I</b>		<b>Title: SOLID STATE PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera amené à se familiariser avec les phénomènes physiques observés dans les solides et avec les modèles théoriques utiles à leur interprétation.

**OBJECTIVE**

The course provides an introduction into the phenomenology and theoretical concepts of condensed matter physics.

**CONTENU**

**Le modèle de Drude pour les métaux :** conductibilité électrique DC, l'effet Hall, conductibilité électrique AC, conductibilité thermique.

**CONTENTS**

**The Drude model of metals:** DC electrical conductivity, Hall effect, AC electrical conductivity, thermal conductivity.

**Les gaz d'électrons libres de Fermi :** état fondamental du gaz électronique, propriétés thermiques, la susceptibilité paramagnétique de Pauli, la théorie de Sommerfeld de la conduction dans les métaux.

**The Fermi free electron gas:** ground-state and thermal properties of the free electron gas, Pauli paramagnetism, Sommerfeld theory of conduction in metals.

**La dynamique du réseau :** modes normaux d'un réseau de Bravais monoatomique à une et à 3 dimensions, réseau avec une base, quantification des ondes élastiques, diffraction des neutrons par un cristal.

**Lattice dynamics:** normal modes of a monoatomic Bravais lattice in 1 and 3 dimensions, 3-dimensional lattice with a basis, quantification of elastic waves, neutron scattering by a crystal.

**Propriétés thermiques en relation avec les phonons :** chaleur spécifique du réseau, modèles de Debye et Einstein, effets anharmoniques.

**Thermal properties in relation with phonon:** specific heat of the lattice, models of Debye and Einstein, anharmonic effects.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées distribuées et sur web <ul style="list-style-type: none"> <li>• N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976, Physique des Solides, EDP-Sciences 2002</li> <li>• Ch. Kittel, Introduction à la Physique du solide</li> <li>• H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991</li> </ul>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<i>Préalable requis:</i>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Physique du solide avancée I, II	Contrôle continu	

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE II</b>			<b>Title: SOLID STATE PHYSICS II</b>		
<b>Enseignant: Christian FÉLIX, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera amené à se familiariser avec les phénomènes physiques observés dans les solides et avec les modèles théoriques utiles à leur interprétation.

**OBJECTIVE**

The student is familiarized with the phenomena observed in condensed matter and with the theoretical models used for their interpretation..

**CONTENU**

**Les électrons dans un potentiel périodique :** théorème de Bloch, l'électron faiblement couplé au réseau, l'approximation des liaisons fortes, zones de Brillouin et structure de bande de quelques métaux.

**La dynamique des électrons dans un potentiel périodique :** équations de la dynamique semiclassique, la conduction électrique, le concept de trou et la masse effective, mouvement dans un champ magnétique.

**Les semiconducteurs:** propriétés générales et structures de bandes, niveaux électroniques d'impuretés, occupation des niveaux dans un semiconducteur dopé et intrinsèque, concept du trou et de la masse effective, la jonction p-n, le transistor, quelques composants électroniques à puits quantique.

**La supraconductivité:** phénoménologie magnétique, thermique, électrique, théorie de London, éléments de la théorie BCS.

**CONTENTS**

**Electrons in a periodic potential:** Bloch's theorem, electrons in a weak periodic potential, tight-binding method, Fermi surfaces and Brillouin zones, band structure of selected materials.

**Electron dynamics in a periodic potential:** the semi-classical model of electron dynamics, electrical conductivity, the concept of hole and effective mass, semiclassical motion in a uniform magnetic field.

**Semiconductor crystals:** general properties and band structure, impurity states, impurity conductivity, intrinsic carrier concentration, holes and effective mass of electrons in crystals, p-n junctions, rectification, transistor, quantum well devices.

**Superconductivity:** experimental survey of the manifestations of superconductivity (Meissner effect, energy gap, isotope effect...), theoretical survey (London equation, elements of the BCS theory, tunneling).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N.W. Ashcroft et N.D. Mermin, « La physique du solide », Eds Sciences 2002</li> <li>• Ch. Kittel, Introduction à la Physique du solide</li> <li>• H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1996</li> </ul>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<i>Préalable requis:</i>	Physique du solide I	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Physique du solide avancée I, II	Contrôle continu	

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE I</b>			<b>Title: STATISTICAL PHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Philippe-A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la mécanique statistique classique et quantique.

Illustrer la théorie à l'aide d'applications et de modèles.

**OBJECTIVE**

To develop the general methods of equilibrium classical and quantum statistical mechanics.

To illustrate these techniques with the study of several models and examples.

**CONTENU**

**1. Rappel de thermostatique**

**2. Physique statistique classique :**

Ensemble microcanonique, canonique et grand canonique; connexion avec la thermostatique; fluctuations et fonctions de corrélation; fluides réels et développement du viriel; modèles sur réseaux.

**3. Physique statistique quantique :**

Matrices de densité; ensembles canonique, grand canonique; gaz parfait de fermions; gaz parfait de bosons.

**CONTENTS**

**1. Elements of thermostatics**

**2. Classical statistical physics :**

Microcanonical, canonical and grand canonical ensemble; connection with thermodynamics; fluctuations and correlation functions; real fluids and virial expansion; lattice models.

**3. Quantum statistical physics :**

Density matrices; canonical and grand canonical ensemble; ideal Fermi gas; ideal Bose gas.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle bachelor
<i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique, Mécanique quantique I	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Physique statistique II, cours à option de 4 <sup>ème</sup> année	

<b>Titre: ÉLECTRODYNAMIQUE CLASSIQUE</b>		<b>Title: CLASSICAL ELECTRODYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: Mikhaïl CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter l'unité des phénomènes électriques et magnétiques. Etudier les propriétés de champs électriques et magnétiques et d'ondes électromagnétiques dans le vide et en milieu continu. Les équations de Maxwell comme indice de la relativité restreinte.

**OBJECTIVE**

To present the unity of electric and magnetic phenomena. To study the properties of electric and magnetic fields and electromagnetic waves in the vacuum and in macroscopic media. Maxwell's equations as a clue for special relativity.

**CONTENU**

**I Magnétostatique et électrostatique :** potentiel vecteur et scalaire, lois de Coulomb, d'Ampère et de Biot et Savart.

**CONTENTS**

**I Magnetostatics and electrostatics:** vector and scalar potential, Coulomb's law, Ampère's law, law of Biot and Savart.

**II Equations de Maxwell :** loi de Faraday, les équations de Maxwell sous forme différentielle et intégrale, les potentiels scalaire et vecteur, transformations de jauge, solutions des équations de Maxwell dans le vide, solutions des équations de Maxwell en présence de charges et de courants, potentiels retardés, potentiels de Liénard-Wiechert, rayonnement des ondes.

**II Maxwell's equations:** Faraday's law, Maxwell's equations in differential and integral form, scalar and vector potentials, gauge transformations, solutions of Maxwell's equations in the vacuum, solutions of Maxwell's equations in the presence of charges and currents, retarded potentials, Liénard-Wiechert potentials, emission of waves.

**III Relativité restreinte :** comparaison entre les transformations de Galilei et de Lorentz, quadrivecteurs, les équations de Maxwell sous forme quadridimensionnelle, dynamique relativiste des particules.

**III Special relativity:** Galilei transformations versus Lorentz transformations, quadrivectors, Maxwell's equations in quadridimensional form, relativistic particle dynamics.

**IV Champs électriques et magnétiques dans la matière :** équations de l'électrodynamique macroscopique, conditions de continuité à la frontière, les ondes dans les milieux continus; réflexion et réfraction des ondes

**IV Electric and magnetic fields in macroscopic media:** equations of macroscopic electrodynamics, boundary conditions, waves in continuous media; reflection and refraction of waves.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> "Les cours de physique de Feynman : Electromagnetisme 1", Feynman/Leighton/Sands, (InterEditions, Paris 1979) "Les cours de physique de Feynman : Electromagnetisme 2", Feynman/Leighton/Sands, (InterEditions, Paris 1979) "Classical Electrodynamics" (Second Edition), John David Jackson, (John Wiley & Sons 1975).	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique générale, mécanique et mathématiques	
<b>Préparation pour:</b> Phys. des plasmas, optique et physique théorique.	

<b>Titre: PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORSPUSCULAIRE I</b>		<b>Title: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter sous forme d'une introduction générale l'état des connaissances en physique des particules : de la cinématique relativiste à l'interprétation phénoménologique des phénomènes de collision à haute énergie.

**CONTENU**

**Introduction :** Matière et lumière, radioactivité, l'atome de Rutherford. Cinématique et dynamique relativistes.

**Interaction des rayonnements dans la matière :** particules chargées, photons, neutrons.

**Détection des particules :** scintillateurs, compteurs et chambre multifilaires à ionisation de gaz, détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs Cherenkov, détection des photons et des neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

**Accélérateurs de particules :** accélérateur linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, synchrotron, collisionneurs.

**Physique corpusculaire :** pion et muon, découvertes et propriétés.

Le positon, particules et antiparticules.

Le neutrino, hypothèse de Pauli et découverte.

Le pion neutre.

Kaon et lambda : les particules étranges.

Mésons, leptons et baryons.

Règle d'or de Fermi. Etats métastables et résonances.

Classification des particules et lois de conservation : spin, isospin, nombre baryonique, hypercharge.

La structure en quarks des hadrons, les gluons, la couleur.

Diagrammes de Feynman. Chromodynamique quantique, les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton  $\tau$ . Interaction faible et les bosons vectoriels intermédiaires.

**OBJECTIVE**

General introduction to the status of particle physics: from kinematics to phenomenological description of high energy collisions.

**CONTENTS**

**Introduction:** Matter and light, radioactivity, Rutherford model of atom. Relativistic kinematics and dynamics

**Interaction of radiation with matter:** Charged particles, photons, neutrons.

**Particle detectors:** scintillators, gas ionisation counters and multiwire chambers, semi-conductor detectors, Cherenkov counters, photon and neutron detection, electromagnetic and hadronic calorimeters.

**Particle accelerators:** Linear and cyclic accelerators, cyclotron, synchrocyclotron,, synchrotron, colliders.

**Particle physics:** pion and muon, discoveries and properties.

Positron, particle and antiparticle.

Neutrino, Pauli hypothesis and observation.

The neutral pion.

Kaon and lambda: strange particles.

Mesons, leptons and baryons.

Fermi golden rule. Metastable states and resonances.

Particle classification and conservation laws: spin, isospin, baryon number, hypercharge.

Quark structure of hadrons, gluons, the colour field

Feynman diagrams. Quantum chromodynamics, heavy flavours: charm, beauty and top.

$\tau$  lepton. Weak interaction and intermediate vector bosons.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<b>Préalable requis:</b>	Physique générale. Physique quantique I	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

<b>Titre :</b> CHIMIE BIOLOGIQUE					
<b>Enseignant:</b> Horst VOGEL, Professeur EPFL/SCGC					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules.

**CONTENU**

**1. Biochimie des systèmes vivants**

- Briques moléculaires : hydrates de carbone, lipides, protéines, acides nucléiques.
- Rappel de chimie et physico-chimie avec application particulière à la biochimie : représentation de structures, réactivité.

**2. Structure et fonction des molécules biologiques**

- Élucidation de la structure des protéines, des membranes et des ADN.
- Structure des protéines : stabilité, dénaturation, renaturation.
- Relation structure - fonction : méthodes théoriques et expérimentales utilisées en recherche.
- Désigner de nouvelles protéines.

**3. Les protéines comme machines moléculaires**

- Nature fondamentale des catalyseurs biologiques : exemples des fonctions des enzymes.
- Anticorps catalytiques.
- Transducteurs d'énergie et des signaux (capteurs, pompes, photosynthèse, moteurs).

**4. Gènes : réplication et expression**

- Structure et morphologie de la cellule.
- Stockage, transcription et traduction de l'information biologique : ADN, ARN, ribosomes.
- Régulation du flux d'information dans la cellule : induction, répression, régulateur, promoteur, opérateur.
- Expression des protéines. Transcription, traduction, modification post-traductionnelles et sécrétion.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> J.M. Berg, J.L. Tymoczko & L. Stryer : "Biochemistry", Freeman 2002	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année

<b>Titre :</b> INITIATION À L'ÉLECTRONIQUE					
<b>Enseignant:</b> André DÉCURNEX, Chargé de cours EPFL/SGE&E					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours a pour but de sensibiliser l'étudiant aux différents aspects et possibilités de l'électronique.

Les principaux circuits électroniques sont présentés et expliqués en cours et illustrés par des exemples d'application. Une démonstration et/ou une séance d'exercice y est associée.

**CONTENU**

Circuits passifs linéaires

Jonction pn, diode, redresseur

Amplificateur opérationnel et applications

Transistor bipolaire et amplification

Circuits et systèmes logiques

Transistor MOS et logique CMOS

Conversion A/N et N/A

Modulation AM et FM

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours magistral + séance d'exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE DÉBUTANTS I, II</b>					
<b>Enseignant: Gérard GREMAUD, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56/56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 4</i>

**OBJECTIFS**

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications. En particulier, favoriser une assimilation de synthèse (phénomènes classés dans des chapitres différents, mais obéissant aux mêmes lois). Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer les sens de l'initiative et de la créativité. Améliorer les techniques de rédaction de rapports et de présentation orale.

**CONTENU**

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	En laboratoire à raison de 4h. par semaine	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	4 / 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notices photocopées	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	hiver + été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Contrôle continu
<i>Préalable requis:</i>	Introduction à la métrologie		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> <b>EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/SPH/ Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b> 1

**OBJECTIFS**

Initier l'étudiant à la solution de problèmes de physique avec des méthodes numériques.

L'étudiant apprendra à :

- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique
- Tester le code sur des problèmes particuliers dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au problème donné
- Contrôler les erreurs liées à la représentation des nombres dans la mémoire d'un ordinateur
- Contrôler les erreurs liées aux approximations des algorithmes numériques
- Obtenir les résultats avec une erreur inférieure à un écart donné.

**CONTENU**

Introduction aux stations de travail.

Introduction au langage FORTRAN 90.

Introduction au logiciel graphique « gnuplot ».

Opérations mathématiques de base (recherche de racines, longueur d'une courbe, recherche d'extrema, intégration numérique).

Solutions par itération. Techniques d'extrapolation. Contrôle de la précision des résultats.

Représentation graphique des résultats.

Tavaux pratiques de physique numérique en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de Physique I, II, et III et dont la solution fait appel aux algorithmes de base de l'analyse numérique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques)	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II et III; Informatique I et II ; Analyse numérique.		Tests écrits en cours de semestre
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE II</b>		<i>Title:</i> <b>COMPUTATIONAL PHYSICS II</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/SPH</b> <b>Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

**OBJECTIFS**

Présenter les méthodes numériques de base pour la solution de problèmes de physique classique et quantique.

L'étudiant apprendra à :

- Utiliser des algorithmes et modules existants (bibliothèques).
- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique.
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte.
- Appliquer le code au problème donné.
- Contrôler l'erreur des réponses.

**CONTENU**

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions initiales, conditions aux bords, méthode de tir.

Analyse de Fourier.

Systèmes d'équations linéaires.

Valeurs et vecteurs propres.

Travaux pratiques de physique numérique sur des systèmes présentés dans les cours de Physique I, II, III et IV et de Physique quantique I et II dont la solution fait appel aux algorithmes de l'analyse numérique.

**OBJECTIVE**

Provide the basic computational methods to solve problems of classical and quantum physics.

The student will learn:

- to use existing algorithms and codes (libraries).
- to transform a given problem of physics into a computer program.
- to test the code on exactly soluble models.
- to apply the code to the problem at hand.
- to estimate the error of the solution.

**CONTENTS**

Ordinary differential equations: initial and boundary value problems, shooting method.

Fourier transform.

Linear algebraic equations.

Eigenvalues and eigenvectors.

Computer practice on systems dealt with in the courses Physics I, II, III and IV and Quantum mechanics I and II and whose solution requires the algorithms of numerical analysis.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques).	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique générale I, II, III et IV, Physique quantique I, et progressivement II. Informatique I et II. Analyse numérique.	Tests écrits en cours de semestre
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCÉS</b>		<b>Title: ADVANCED LABORATORY SESSIONS</b>			
<b>Enseignant: Rosendo SANJINÉS, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 98/98</b>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 7 / 7</i>

**OBJECTIFS**

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques et de leurs applications intervenant dans la formation de l'ingénieur physicien. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Se familiariser avec les différentes techniques actuelles d'un laboratoire de recherche en physique. Savoir interpréter les résultats obtenus en termes d'une théorie et d'un modèle. Développer le sens de l'initiative et de la créativité.

**OBJECTIVE**

To acquire a knowledge of the physical phenomena and their applications as required for the education of an engineer in physics. To acquire a knowledge of methods of observation and measurement. To become familiar with the recent technologies used in today's research laboratory in physics. To know how to explain the experimental results in the framework of a theory and a model. To improve the sense of initiative and creativity.

**CONTENU**

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique à l'exclusion de la physique des particules élémentaires. Néanmoins, deux manipulations sont consacrées à quelques aspects de réacteurs nucléaires et la détection des radiations.

**CONTENTS**

The proposed subjects cover most of the fields of physics with the exception of the physics of elementary particles. Nevertheless, two experiments address some aspects of nuclear reactors and detection of radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les domaines de recherche des Instituts du la Faculté des Sciences de Base.

In addition, a number of the proposed experiments are in the domain of research of the different Institutes of the School of Basic Sciences.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 7 h. hebdomadairement.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 7 / 7
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, bibliothèque.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale.	Rapports écrits et exposés oraux
<i>Préparation pour:</i> Bachelor et Master	

<b>Titre: INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE CONSTRUCTION</b>		<b>Titre: INTRODUCTION TO CONSTRUCTION TECHNICS</b>			
<b>Enseignant: Rosendo SANJINES, Chargé de cours EPFL/SPH, Pierre SCHMID, Alessandro ICHINO, Collaborateurs techniques EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

**OBJECTIFS**

**OBJECTIVE**

Acquérir des notions de dessin technique, de pratiques de mécanique et d'électronique pour le laboratoire de physique.

To get some basic notions as it concerns technical design, machining and practical electronics for laboratory activities.

**CONTENU**

**CONTENTS**

Dessin technique assisté par ordinateur DAO.  
Travaux à l'étau, tournage, fraisage, perçage.  
Réalisation d'une pièce mécanique.  
Réalisation et test d'un circuit imprimé.

Computer assisted technical design CAO.  
Bend-vice practice, turning, milling, drilling.  
Realization of a small mechanical component.  
Realization and test of an electronic circuit.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	12 h introduction au DAO 2 séances de 4h d'atelier mécanique et 2 séances de 4 h d'atelier électronique	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	Aucun
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Aucune	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	-
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	-
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Travaux de laboratoire		

<b>Titre :</b> <b>ATROPHYSIQUE I : INTRODUCTION À L'ASTROPHYSIQUE</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Georges MEYLAN, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est de présenter une vue générale des méthodes et des connaissances de l'astrophysique moderne afin d'illustrer notre perception et notre compréhension actuelle de l'univers. Ce cours constitue la base indispensable aux autres cours d'astrophysique plus avancés. Toutefois, il peut également être considéré comme un tout en lui-même et, par là, contribuer à la culture générale de tout étudiant(e) ne désirant pas nécessairement se spécialiser en astrophysique.

**CONTENU**

1. Naissance de la science : rôle de l'astronomie et de l'astrophysique de l'Antiquité à nos jours.
2. Connaissances de base : astronomie sphérique, télescopes, détecteurs et observations ; concepts de photométrie et magnitudes ; concepts de spectroscopie ; mécanisme de radiation ; mécanique céleste.
3. Système solaire : le soleil ; la terre et la lune ; planètes et astéroïdes ; planètes hors du système solaire ; formation de systèmes planétaires ; apparition de la vie.
4. Les étoiles : énergie nucléaire et synthèse des éléments ; évolution stellaire des étoiles de petites et grandes masses ; naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs ; amas d'étoiles et diagramme de Hertzsprung-Russell.
5. Le milieu interstellaire : poussières, gaz et molécules interstellaires.
6. La Voie Lactée, notre galaxie : populations stellaires ; rotation galactique différentielle ; structure spirale.
7. Les galaxies : classification ; distribution de la luminosité et de la masse dans les galaxies régulières ; galaxies à noyaux actifs et quasars ; trous noirs supermassifs ; amas de galaxies ; formation et évolution des galaxies.
8. Cosmologie : cosmologie newtonienne ; relativité générale et cosmologie ; l'histoire de l'univers ; formation des structures à grandes échelles ; les contraintes observationnelles ; matière sombre, énergie sombre.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	« An Introduction to Modern Astrophysics », B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Addison Wesley, 1996 « Fundamental Astronomy », H. Karttunen et al., Springer Verlag, 4th edition, 2003 « Astronomy : A Physical perspective », M.L. Kutner, Cambridge, 2 <sup>nd</sup> edition, 2004 « Galactic Astronomy », J. Binney & M. Merrifield, Princeton, 1998	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> <b>INITIATION AUX SCIENCES DES COMMUNICATIONS</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Jean-Frédéric WAGEN, Chargé de cours EPFL/SEL</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Etre capable de

- Situer le problème général de la communication et les moyens techniques de le résoudre.
- Evaluer les potentialités, les limites et les perspectives des systèmes de transmission et des réseaux de télécommunications.
- Illustrer quelques phénomènes et propriétés physiques par leurs applications dans le domaine des communications.

**CONTENU**

- Les ingrédients de la communication : Notion de message, d'émetteur, de récepteur, de canal. Signaux et bruits. Temps réel et temps différé.
- Qu'est-ce que l'information ? : Types, sources, destinataires. Parole, sons, textes, images, données. Leurs caractéristiques. Codage de source (exemple : ZIP, MPEG, MP3, GSM).
- Types de canaux : Lignes, fibres optiques, ondes. Bande passante, rapport signal-sur-bruit. Propriétés et avantages.
- Bits, bauds, hertz et décibels : Jargon des télécommunications et sa motivation. Relation entre débit de moments, débit de décision.
- Adaptation du message au canal : Largeur de bande disponible, échantillonnage, modulation, codage de voie, redondance, multiplexage.
- Les avantages du numérique : Régénération, conversion A/N, quantification et le bruit qu'elle induit.
- De la transmission point-à-point au réseau : Réseau d'accès et réseau de transport. Acheminement, routage, commutation.
- Spéculations statistiques : Le trafic comme phénomène stochastique, risques d'encombrement et de collisions. Banalisation du réseau. Chaîne de Markov et formule d'Erlang.
- La boulimie des débits et la coexistence des services : Réseau avec intégration des services (ISDN), réseau intégré à large bande (B-ISDN, ATM). Réseaux d'accès et de distribution.
- Les attentes de l'utilisateur : Les divers aspects de la qualité de service. Voix, données, multimédia (triple play).
- Informatique et télécommunications : Finalité, applications et apports mutuels. L'internet et les intrants.
- Satellites : Mécanique céleste, orbites géostationnaires et basses. Exemples de systèmes.
- Communications optiques : Propriétés physiques et particularités des fibres. Multiplexage en longueur d'onde (WDM), communications cohérentes. Possibilités, limites et problématique.
- L'attrait de la mobilité et les réseaux cellulaires (GSM, GPRS, UMTS, WLAN, 4G, ....)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exemples et démonstrations	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Vol. XVIII du Traité d'Electricité (PPUR)	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Probabilité et statistiques	Examen 2 <sup>ème</sup> année (A définir par l'enseignant)
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE					
<b>Enseignant:</b> Gervais CHAPUIS, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

### OBJECTIFS

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de symétrie pour les solides cristallins parfaits ainsi que les propriétés qui en découlent. Présentation du phénomène la diffraction des rayons X et des électrons.

### CONTENU

#### Ordre dans la matière

Désordre positionnel et orientationnel du gaz, ordre à courte distance du liquide. Ordre dans le solide: cristal périodique et aperiodique (incommensurable, quasicristal et composites). Ordre partiel: cristal liquide, défauts cristallins.

#### Cristallographie géométrique

Introduction mathématique des réseaux cristallins. Système de coordonnées, métrique, indices de Miller. Définition du réseau réciproque.

#### Symétrie

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels. Classes de Bravais et systèmes cristallins. Introduction au superspace.

#### Diffraction des rayons X et des électrons

Phénomène de la diffraction. Equations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure. Problème des phases.

#### Propriétés physiques

Propriétés tensorielles découlant de la symétrie des cristaux. Propriétés anisotropiques.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> « Cristallographie », D. Schwarzenbach, PPUR, 1993	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, Physique des matériaux, Microscopie électronique, Dispositifs électroniques à semi-conducteurs.	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral 2 <sup>ème</sup> année

<b>Titre: ASTROPHYSIQUE II : BASES PHYSIQUES DE L'ASTROPHYSIQUE</b>		<b>Title: ASTROPHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Pierre NORTH, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Permettre à l'étudiant d'acquérir les notions physiques fréquemment utilisées en astrophysique, particulièrement en matière de physique stellaire.

**OBJECTIVE**

Introduce the student to physical concepts frequently used in astrophysics, especially stellar astrophysics.

**CONTENU**

- Généralités sur le rayonnement :** intensité spécifique, flux, densité d'énergie, pression de radiation. Rayonnement noir et températures en astrophysique, coefficients d'extinction et d'émission.
- Univers primordial :** thermodynamique et expansion de l'univers, histoire thermique de l'univers, nucléosynthèse primordiale.
- Atmosphères stellaires :** équation de transfert radiatif, flux sortant, modèle d'atmosphère.
- Interaction rayonnement-matière dans les intérieurs stellaires :** lois de Boltzmann et de Saha, absorption par un oscillateur harmonique ; absorption, émission spontanée, émission induite. Raies spectrales ; courbe de croissance. Opacités continues ; opacité globale du milieu stellaire.
- Réactions nucléaires :** taux, section efficace.
- Equations d'état :** poids moléculaire moyen ; gaz parfait ; gaz dégénéré ; diagramme  $\log T / \log \rho$ .
- Thermodynamique et structure interne des étoiles :** les temps caractéristiques de l'évolution stellaire ; chaleurs spécifiques et  $\gamma$  ; stabilité stellaire ; pulsations adiabatiques ; relation période-luminosité.
- Rayonnements non thermiques :** rayonnement synchrotron ; effet Compton inverse ; les neutrinos

**CONTENTS**

- Radiation in general :** specific intensity, flux, energy density, radiative pressure. Blackbody radiation and temperatures in astrophysics ; extinction and emission coefficients.
- The early universe:** thermodynamics and expansion of the universe; thermal history of the universe; primordial nucleosynthesis.
- Stellar atmospheres:** equation of radiative transfer, emerging flux; model atmosphere.
- Interaction between radiation and matter in stellar interiors:** Laws of Boltzmann and of Saha; absorption by harmonic oscillator; spontaneous absorption and emission, induced emission; spectral lines; curve of growth; continuous opacities; global opacity in the stellar medium.
- Nuclear reactions:** rate, cross-section.
- Equation of state:** mean molecular weight; perfect gases; degenerate gases;  $\log T$  vs  $\log \rho$  diagram.
- Thermodynamics and internal structure of stars:** characteristic times of stellar evolution; specific heats and  $\gamma$ ; stellar stability; adiabatic pulsations; period-luminosity relation.
- Non-thermal radiations:** synchrotron radiation; inverse Compton scattering; neutrinos.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Introduction to Modern Astrophysics, Addison-Wesley, 1996 F. Shu, The Physics of Astrophysics, Volume I: Radiation, University Science Books, 1991 P. Léna, Les sciences du ciel, Flammarion, 1996	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Été Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	2 <sup>ème</sup> année de physique ou de mathématiques ; Astrophysique I		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: ATOMES ET RAYONNEMENT</b>			<b>Title: ATOMS AND RADIATION</b>		
<b>Enseignant: Christian BRESSLER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est de fournir les notions de bases  $\checkmark$  la description de l'interaction rayonnement-matière en se concentrant sur le cas des atomes. Le cours se concentre sur une approche classique des phénomènes en raison de sa transparence au niveau physique, mais les approches quantiques sont aussi introduites. Les techniques de la spectroscopie seront traités.

**OBJECTIVE**

The goal of this course is to deliver the basic ideas behind the description of radiation and atom interactions. This course concentrates on a classical physics approach to various phenomena including line broadening and shifts of atomic transitions, but it includes the quantum mechanical treatment as well. In addition, the course seeks to introduce the student to the experimental methods and tools, with which various atom-radiation phenomena can be observed. Finally, an introduction to laser principles will be given.

**CONTENU**

- Rappel d'électromagnétisme
- Rappels de mécanique quantique
- L'émission spontanée de lumière
- Les formes des raies spectrales
- Spectrographes et détecteurs
- L'absorption et l'émission stimulée de lumière
- Les lasers

**CONTENTS**

- **Reminder: Electromagnetism**
- **Reminder: Quantum Mechanics**
- **Spontaneous emission of radiation**
- **The spectral shapes of atomic transitions**
- **Spectrometers and Detectors**
- **Stimulated absorption and emission of radiation**
- **Laser Basics**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> W. Demtröder : Laser Spectroscopy (Springer Verlag, Berlin 1997)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique, Electromagnétisme	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: BIOPHYSIQUE I</b>			<b>Title: BIOPHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH Jean-Louis BÉNY, Professeur Université de Genève Boris HINZ, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter quelques propriétés physiques des cellules vivantes et les modèles utiles à leur interprétation

**OBJECTIVE**

To present the physical properties of living cells, together with some models to interpret them

**CONTENU**

**Eléments d'électrophysiologie:**

- Potentiel transmembranaire
- Modèle de Hodgkin – Huxley
- Electrophysiologie moléculaire
- Electrophysiologie des cellules excitables et non excitables
- Mécanismes de l'activité rythmique
- Potentiel extracellulaire, exemple de l'électrocardiogramme

**Bioelectricity:**

- Transmembrane potential
- Hodgkin – Huxley membrane model
- Molecular electrophysiology
- Electrophysiology of excitable and non-excitable cells
- Mechanisms of rhythmic activity
- Extracellular potential, example of the electrocardiogram

**Base d'intégration neuronale:**

- Synapse électrique
- Synapse chimique
- Sommation spatio-temporelle

**Basis of neuronal integration:**

- Electrical synapse
- Chemical synapse
- Spatio-temporal summation

**Mécanisme de contraction musculaire:**

- Contraction musculaire
- Modèle moléculaire de Huxley
- Contractions isométriques et isotonique
- Energétique de la contraction
- Contrôle du mouvement

**Mechanisms of muscle contraction:**

- Muscle contraction
- Huxley molecular model
- Analysis of isometric and isotonic contraction
- Energy and muscle contraction
- Control of movement

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe.	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Liste d'ouvrage et articles scientifiques recommandés, corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Physique et mathématiques du premier cycle		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>BIOPHYSIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>BIOPHYSICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Giovanni DIETLER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la structure des molécules et aux interactions entre les molécules.

**OBJECTIVE**

Introduction to molecular structure and interaction forces between molecules

**CONTENU**

**Partie II :**

- Les Forces en physique
- Aspects thermodynamiques
- Forces intermoléculaires
- Interactions entre corps macroscopiques
- Forces de van der Waals
- « Double-layer » forces
- Interactions dans les protéines et ADN.

**CONTENTS**

**Part II:**

- Forces in physics
- Thermodynamics
- Intermolecular forces
- Interactions between macroscopic bodies
- Van de Waals forces
- Double layer forces
- Interactions in proteins and DNA

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Electromagnétisme	
<i>Préparation pour:</i> Master, thèse de doctorat	

<b>Titre: HYDRODYNAMIQUE</b>				<b>Title: HYDRODYNAMICS</b>	
<b>Enseignant: Peter MONKEWITZ, Professeur EPFL/DGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre les concepts fondamentaux de la mécanique des fluides incompressibles. Savoir appliquer des méthodes analytiques à divers problèmes d'écoulement fluide et développer des modèles simplifiés.

**CONTENU**

- **Revue des équations de base (Navier-Stokes)**  
Descriptions Lagrangienne et Eulerienne. Equations de conservation et de comportement pour fluides Newtoniens. Analyse dimensionnelle, similitude et nombres dimensionnels (Reynolds ...). Equations simplifiées (Euler, Bernoulli ...).
- **Ecoulements rotationnels**  
L'évolution de la vorticité et de la circulation. Production de vorticité. Dynamique des tourbillons.
- **Ecoulements à faible nombre de Reynolds**  
Modèle de Stokes et ses limitations. Application à l'écoulement lent autour d'une sphère, l'écoulement « Hele-Shaw », etc.
- **Ecoulements à nombre de Reynolds modéré**  
Découpage du champs en régions d'écoulement non visqueux et en couches limites (CL). Equations de Prandtl et solution pour la plaque plane. Limitations de l'approximation CL : séparation., le bord de fuite d'une aile, etc.
- **Instabilités hydrodynamiques**  
Concepts généraux. Instabilités d'écoulements cisailés –  qu. de Rayleigh et Orr-Sommerfeld. Instabilités centrifuges. Convection thermique selon Rayleigh-Bénard.
- **Turbulence à nombre de Reynolds  lev **  
La description statistique et les équations moyenn es de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope : cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

**OBJECTIVE**

Understanding of fundamental concepts of incompressible fluid mechanics. Application of analytical tools to fluid flow problems and development of simplified models.

**CONTENTS**

- **Review of basic equations (Navier-Stokes)**  
Lagrangian and Eulerian descriptions. Conservation and constitutive equations for Newtonian fluids. Dimensional analysis, similitude and non-dimensional numbers (Reynolds ...). Simplified equations (Euler, Bernoulli ...).
- **Rotational flow**  
The evolution of vorticity and circulation. Production of vorticity. Vortex dynamics.
- **Flows at small Reynolds numbers**  
Stokes model and its limitations. Application to creeping flow around a sphere, "Hele-Shaw" flow etc.
- **Moderate Reynolds number flows**  
Decomposition of the field into regions of inviscid flow and boundary layers (BL). Prandtl equations and the solution for the flat plate. Breakdown of the BL approximation: separation, trailing edge of a wing, etc.
- **Hydrodynamic instabilities**  
General concepts. Shear flow instabilities - Rayleigh and Orr-Sommerfeld equations. Centrifugal instabilities. Thermal convection of the Rayleigh-Bénard type.
- **Turbulence at high Reynolds numbers**  
Statistical description and Reynolds averaged equations. Homogeneous and isotropic turbulence: energy cascade and Kolmogorov theory.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Dynamique des fluides</i> , I.L. Ryhming, PPUR, 1991. <i>Incompressible Flow</i> , R.L. Panton, Wiley, 1984 <i>Hydrodynamic Stability</i> , P.G. Drazin and W.H. Reid, Cambridge Univ. Press., 1985. Notes photocopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Et�
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle bachelor
<i>Préalable requis:</i>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE</b>		<b>Titre: MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Charles-Ed. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/SMA</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>STS</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but du cours est d'exposer les bases mathématiques nécessaires pour la mécanique quantique.

**OBJECTIVE**

The goal of the course is to expose the basic mathematics necessary for Quantum Mechanics.

**CONTENU**

- I. Espace de Hilbert (introduction générale).
- II. Quelques éléments de la théorie des espaces  $L^2(\mathbb{R}^k)$
- III. Analyse spectrale I (opérateurs bornés)
- IV. Analyse spectrale II (opérateurs auto-adjoints)

**CONTENTS**

- I. Hilbert space (general introduction).
- II. Elements of  $L^2(\mathbb{R}^k)$  theory
- III. Spectral analysis I (bounded operators)
- IV. Spectral analysis II (self-adjoint operators)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathédra, exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages conseillés au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Analyse I à IV	Exercice hebdomadaire en classe.
<i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique avancée	Examen oral

<b>Titre: OPTIQUE I</b>		<b>Title: OPTICS I</b>			
<b>Enseignant: Eli KAPON, Professeur EPFL/PH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

**1. Théorie électromagnétique de la lumière**

- 1.1 Équations de Maxwell dans la matière
- 1.2 Équations d'onde et leurs solutions
- 1.3 Énergie et quantité de mouvement
- 1.4 Photons

**2. Propagation de la lumière**

- 2.1 Principes d'Huygens et de Fermat
- 2.2 Équations de Fresnel
- 2.3 Superposition d'ondes
- 2.4 Faisceaux gaussiens

**3. Polarisation**

- 3.1 Formulation des états de polarisation
- 3.2 Dichroïsme et biréfringence
- 3.3 Polariseurs
- 3.4 Propagation dans les milieux anisotropes

**4. Interférence et Diffraction**

- 4.1 Interférence de faisceaux multiples
- 4.2 Théorie de la diffraction
- 4.3 Diffraction de Fresnel et de Fraunhofer
- 4.4 Interféromètres

**CONTENTS**

**1. Electromagnetic Theory of Light**

- 1.1 Maxwell's equations in matter
- 1.2 Wave equations and solutions
- 1.3 Field energy and momentum
- 1.4 Photons

**2. Propagation of Light**

- 2.1 Principles of Huygens and Fermat
- 2.2 Fresnel equations
- 2.3 Superposition of waves
- 2.4 Gaussian beams

**3. Polarization**

- 3.1 Description of polarized light
- 3.2 Dichroism and birefringence
- 3.3 Polarizers and waveplates
- 3.4 Propagation in anisotropic media

**4. Interference and Diffraction**

- 4.1 Multiple-beam interference
- 4.2 Diffraction theory
- 4.3 Fresnel and Fraunhofer diffractions
- 4.4 Interferometers

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Optics</i> , Hecht, Addison-Wesley <i>Fundamentals of Photonics</i> , Saleh and Teich, J. Wiley & sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Optique II	

<i>Titre:</i> <b>OPTIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>OPTICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

- 1. Théorie électromagnétique de la lumière**
  - 1.1 *Cohérence spatiale et temporelle*
  - 1.2 *Cohérence partielle et mutuelle*
  - 1.3 *Interférométrie à corrélation*
- 2. Propagation de la lumière**
  - 2.1 *Quantification du champs électromagnétique*
  - 2.2 *Statistique de photons*
  - 2.3 *Détection de photons*
- 3. Polarisation**
  - 3.1 *Transitions optiques*
  - 3.2 *Emission spontanée et stimulée*
  - 3.3 *Relations d'Einstein*
- 4. Interférence et Diffraction**
  - 4.1 *Amplification de la lumière*
  - 4.2 *Résonateurs optiques*
  - 4.3 *Caractéristiques des lasers*

**CONTENTS**

- 1. Coherence Theory**
  - 1.1 *Spatial and temporal coherence*
  - 1.2 *Partial and mutual coherence*
  - 1.3 *Correlation interferometry*
- 2. Photon Optics**
  - 2.1 *Electromagnetic field quantization*
  - 2.2 *Photon statistics*
  - 2.3 *Photon detection*
- 3. Generation of Light**
  - 3.1 *Optical transitions*
  - 3.2 *Spontaneous and stimulated emission*
  - 3.3 *Einstein's relations*
- 4. Lasers**
  - 4.1 *Amplification of light*
  - 4.2 *Optical resonators*
  - 4.3 *Laser characteristics*

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, exercices pendant le cours	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J. Hecht, Optics,</li> <li>- A. Yariv "Quantum Electronics" J. Wiley and sons</li> <li>- R. Louden, "The Quantum Theory of Light", Clarendon Press</li> <li>- J. W. Goodman, "Statistical Optics", J.Wiley and sons</li> </ul>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Optique I	
<i>Préparation pour:</i> Optique III	

<b>Titre: PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I</b>			<b>Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I</b>		
<b>Enseignant: Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction aux processus physiques (mécanismes microscopiques) qui contrôlent les propriétés mécaniques et le comportement des matériaux. Montrer l'importance des défauts de structure dans la qualité d'un matériau.

**CONTENU**

**1. Mise en forme des matériaux**

Métaux, céramiques, polymères. Solidification. Diffusion. Frittage. Transformations de phase, avec / sans diffusion.

**2. Déformation plastique et dislocations**

Phénoménologie. Déformation de monocristaux, loi de Schmid. Equation de transport. Théorie élastique: champs de contraintes et de déformations. Tension de ligne. Force de Peach et Koehler. Interactions entre dislocations. Création et annihilation de dislocations. Recristallisation.

**3. Dynamique des dislocations**

Forces de friction dues aux phonons, au réseau (forces de Peierls), aux défauts ponctuels. Equation du mouvement. Durcissement structural. Activation thermique de la déformation plastique. Phénomènes de relaxation et spectroscopie mécanique. Matériaux à fort amortissement.

**4. Coeur des dislocations**

Dislocations partielles de Schockley et fautes d'empilement. Mécanismes de dissociation. Dislocations de Lomer et de Lomer-Cottrell.

**5. Mécanique de la rupture**

Rupture fragile et rupture ductile. Théorie de Griffith pour les matériaux fragiles. Ténacité, définitions de  $K_{IC}$ ,  $G_{IC}$ , intégrale J. Mécanismes intervenant dans la ténacité.

**OBJECTIVE**

Introduction to the physical processes (microscopic mechanisms), which control the mechanical properties and behavior of materials. To show the importance of structural defects in the material quality.

**CONTENTS**

**1. Material processing**

Metals, ceramics, polymers. Solidification, Diffusion. Sintering. Phase transformations, with / without diffusion.

**2. Plastic deformation and dislocations**

Phenomenology of plastic deformation. Deformation of single crystals, Schmid's law. Transport equation. Elastic theory: stress and strain fields. Line tension. Peach and Koehler force. Interactions between dislocations. Creation and annihilation of dislocations. Recrystallization.

**3. Dislocation dynamics**

Friction forces due to phonons, to the lattice (Peierls force), to point defects. Motion equation of a dislocation loop. Structural hardening. Thermal activation of plastic deformation. Relaxation phenomena and mechanical spectroscopy. High damping materials.

**4. Dislocation core**

Schockley's partial dislocations and stacking faults. Dissociation mechanisms. Dislocations of Lomer and Lomer-Cottrell type.

**5. Rupture mechanics**

Brittle and ductile rupture. Griffith's theory for brittle materials. Toughness. Definitions of  $K_{IC}$ ,  $G_{IC}$ , J-integral. Mechanisms controlling toughness.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> J. Bénard et al., "Métallurgie générale", Masson Cie (1984), Porter D.A. and Easterling K.E., "Phase transformations in metals and alloys", Chapman and Hall, (1997). Hull D., "Introduction to dislocations", Butterworth-Heinemann, (1998).	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Physique des Matériaux II	

<b>Titre: PHYSIQUE DES MATÉRIAUX II</b>		<b>Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS II</b>			
<b>Enseignant: Nadine BALUC, Chargée de cours EPFL/SPH Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels : aciers, quasicristaux, polymères, céramiques,....  
Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

**OBJECTIVE**

Studies of the structure and mechanical properties of real solids : steels, quasicrystals, polymers, ceramics,...  
Defects and more generally atomic and molecular disorders have a great influence on the behaviour of these materials.

**CONTENU**

- Métaux et alliages intermétalliques :** métaux purs, alliages intermétalliques, aciers, superalliages.
- Matériaux à propriétés particulières :** alliages à mémoire de forme, transformation martensitique.
- Matériaux à structure particulière :** quasicristaux, verres métalliques, gels, cristaux liquides.
- Céramiques :** Propriétés physiques et mécaniques des céramiques cristallines et des verres, défauts ponctuels dans les oxydes, relaxation diélectrique et anélastique.
- Polymères :** structure des polymères, mobilité moléculaire, relaxation structurale, transition vitreuse, plasticité.
- Matériaux composites :** types de composites, propriétés physiques et mécaniques, approche d'Eshelby, relaxation des contraintes d'interface.

**CONTENTS**

- Metals and intermetallic alloys:** pure metals, intermetallic alloys, steels, superalloys
- Materials with a peculiar structure:** quasicrystals, metallic glasses, gels, liquid crystals.
- Materials with peculiar properties:** shape memory alloys, martensitic transformation.
- Ceramics:** physical and mechanical properties of crystalline ceramics and glasses, point defects in oxides, dielectric and anelastic relaxations.
- Polymers :** structure of polymers, molecular mobility, structural relaxation, glass transition, plasticity.
- Composites materials :** types of composites, physical and mechanical properties, Eshelby approach, interface stress relaxation

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983), New Horizons in Quasicrystals : Research and Applications, World Scientific (1997), W. Kingery, Introduction to ceramics, John Wiley & Sons (1976), M. Taya and R. J. Arsenault, Metal matrix composites, Pergamon Press (1989)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique des matériaux I	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE DES NEUTRONS</b>			<b>Title: NEUTRONICS</b>		
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

La physique des neutrons (ou neutronique) constitue un pont entre la physique nucléaire et le génie nucléaire. Elle permet de comprendre le fonctionnement d'un réacteur de fission, de déterminer sa taille et sa composition et plus généralement d'analyser l'évolution d'une population de neutrons dans la matière. Ce cours est fortement conseillé aux étudiants qui aimeraient suivre les cours en physique des systèmes énergétiques.

**CONTENU**

- 1. Rappels de physique nucléaire**
  - Historique: Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
- 2. Fission nucléaire**
  - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
  - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.
- 3. Diffusion et ralentissement des neutrons**
  - Neutrons monocinétiques: faisceaux collimatés et collisions multiples.
  - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.
- 4. Milieux multiplicateurs (réacteurs)**
  - Facteurs de multiplication - Condition critique dans des cas simples.
  - Réacteurs thermiques - Spectres neutroniques - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale - Réacteurs hétérogènes.
- 5. Cinétique des réacteurs**
  - Modèle ponctuel: divergence prompte et différée.
  - Applications pratiques - Cinétique spatiale
- 6. Divers**
  - Théorie du transport - Méthodes numériques

**OBJECTIVE**

Neutronics effectively constitutes the bridge between nuclear physics and nuclear engineering. It allows one to comprehend the operational principles of a fission reactor, to determine its size and composition and, in more general terms, to analyse the evolution of a neutron population in a given medium. This course is strongly recommended for students who would like to take the courses in energy systems physics.

**CONTENTS**

- 1. Brief review of nuclear physics**
  - Historique: Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
- 2. Nuclear fission**
  - Characteristics - Nuclear fuel - Introductory elements of neutronics.
  - Fissile and fertile materials - Breeding - Applications.
- 3. Neutron diffusion and slowing down**
  - Monoenergetic neutrons: collimated beams and multiple collisions.
  - Elementary diffusion theory and neutron slowing down through elastic scattering.
- 4. Multiplying media (reactors)**
  - Multiplication factors - Criticality condition in simple cases.
  - Thermal reactors - Neutron spectra - Multizone reactors - Multigroup theory and general criticality condition - Heterogeneous reactors.
- 5. Reactor kinetics**
  - Point reactor model: prompt and delayed transients.
  - Practical applications - spatial kinetics.
- 6. Miscellaneous**
  - Transport theory - Numerical methods

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, séminaires, exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié + ouvrages recommandés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Physique des systèmes énergétiques	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS I</b>			<b>Title: PLASMA PHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Stefano ALBERTI, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une introduction à la physique des plasmas destiné à donner une vue globale des propriétés essentielles spécifiques d'un plasma et à présenter les approches couramment utilisées pour modéliser son comportement : études du mouvement de particules chargées, modèle fluide et modèle cinétique. La relation entre la physique des plasmas et la réalisation d'un réacteur de fusion thermonucléaire est présentée et illustrée par des exemples

**CONTENU**

- I. L'état plasma de la matière**
  - Définition du plasma
  - Ecrantage de Debye
  - La fusion thermonucléaire
  - Confinement et chauffage des plasmas de fusion
  - Réalisations pratiques (Tokamak, ...)
- II. Description microscopique du plasma**
  - Mouvement des particules dans des champs magnétiques et électriques
  - Lien entre le confinement fluide et particulaire
  - Collisions et coefficients de transport
- III. Description fluide du plasma**
  - Les ondes dans un plasma non-magnétisé : l'onde transverse, l'onde de Langmuir et l'onde ionique acoustique
- IV. Modèle cinétique du plasma**
  - L'équation de Vlasov
  - L'onde de Langmuir en théorie cinétique

**OBJECTIVE**

This course is an introduction to plasma physics aimed at giving an overall view of the essential properties specific to a plasma and at describing the approaches commonly used to describe its behaviour: Study of single particle motion, fluid description and kinetic model. The relation between plasma physics and the realisation of a thermonuclear reactor is presented and illustrated with examples.

**CONTENTS**

- I. The plasma state**
  - Definition of a plasma
  - Debye screening
  - Thermonuclear fusion research
  - Confinement and heating of fusion plasma
  - Practical implementations (Tokamak, ...)
- II. Microscopic description of a magnetised plasma**
  - The motion of charged particles in magnetic and electric fields
  - Particle confinement and fluid confinement.
  - Collisions and transport coefficients
- III. Fluid model of a plasma**
  - Waves in a non-magnetised plasma: the transverse wave, the Langmuir wave and the ion acoustic wave
- IV. Kinetic model of a plasma**
  - The Vlasov equation
  - The Langmuir wave in the kinetic model

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, références à la littérature	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Cours d'Electrodynamique	
<i>Préparation pour:</i> Physique des plasmas II et III	

<b>Titre: PHYSIQUE MATHÉMATIQUE I</b>			<b>Title: MATHEMATICAL PHYSICS</b>		
<b>Enseignant: Vincenzo SAVONA, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le cours est une introduction à la théorie des groupes et aux propriétés de symétrie en physique. Il vise à donner les outils nécessaires pour traiter les symétries et dériver des propriétés physiques importantes, telles que la classification des niveaux d'énergie, les règles de sélection, etc. Une introduction aux propriétés de symétrie et à leur liaison avec les groupes sera suivie par un rappel de la théorie des groupes finis. En suite, la théorie des représentations des groupes finis sera présentée en détail. Les représentations des sous-groupes finis du groupe des rotations en trois dimensions seront discutées, en liaison avec les symétries ponctuelles dans les cristaux et les molécules. Plusieurs exemples d'application de la théorie des représentations des groupes à la physique moléculaire et du solide seront présentés.

**OBJECTIVE**

The course is an introduction to group theory and symmetry properties in physics. It aims at providing the tools to handle symmetries and deriving from them some important physical properties of a system such as the energy-level classification, selection rules, etc. After an overview of the link between symmetry and groups, the theory of group representations for finite groups will be presented in detail. The representations of finite subgroups of the orthogonal group in three dimensions are then discussed, particularly those related to point symmetries in crystals and molecules. Many examples of applications of the group representation theory to solid state and molecular physics will be addressed

**CONTENU**

**1. Introeuction**

- Symétries et lois de conservation en mécanique quantique

**2. Théorie des groupes**

- Rappel de la théorie des groupes finis
- La théorie des représentations des groupes
- Caractères et théorèmes d'orthogonalité
- Décomposition d'une représentation en représentations irréductibles.

**3. Groupe des rotations en trois dimensions**

- Considérations générales sur le groupe O(3)
- Sous-groupes finis de O(3)
- Groupes ponctuels pour les cristaux et les molécules. La restriction cristallographique
- Représentations et tables des caractères des groupes ponctuels
- Spin et représentations à deux valeurs.

**4. Applications**

- Classification des spectres d'énergie en physique moléculaire et du solide
- Règles de sélection pour des transitions quantiques

**CONTENTS**

**1. Introeuction**

- Symmetries and conservation laws in quantum mechanics

**2. Group theory**

- Reminder of the theory of finite groups
- The theory of group representations
- Characters and orthogonality theorems
- Decomposition of a representation into irreducible representations.

**3. Orthogonal group in three dimensions**

- General considerations about the group O(3)
- Finite subgroups of O(3)
- Point groups of crystals and molecules. The crystallographic restriction
- Representations and tables of characters of the point groups
- Spin and double-valued representations

**4. Applications**

- Classification of energy spectra in molecules and solids
- Selection rules for quantum mechanical transitions

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Physique quantique I Algèbre linéaire I, II	Cycle bachelor
<i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE MATHÉMATIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>MATHEMATICAL PHYSICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Faire comprendre certains des concepts et résultats de la géométrie contemporaine et de la théorie des groupes par les moyens les plus simples et les illustrer par des exemples d'application dans divers domaines de la physique.

**OBJECTIVE**

Understand some of the concepts and results of contemporary geometry and group theory by simple means. Illustrate them by examples taken from various fields of physics.

**CONTENU**

- Variétés différentiables.
- Espaces de Riemann.
- Tenseurs et calcul différentiel associé.
- Groupes et algèbres de Lie.
- Homotopie.

Exemples physiques en électromagnétisme, relativité, particules élémentaires, matière condensée.

**CONTENTS**

- Differentiable manifolds.
- Riemann spaces.
- Tensors and their differential calculus.
- Lie groups and Lie algebras.
- Homotopy

Physical examples in electromagnetism, relativity, elementary particles, condensed matter.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Contemporary geometry Vol. I, B. Dubrovine, S. Novikov, A. Fomenko Differential forms with Applications to the Physical Sciences, H. Flanders	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Electrodynamique. Relativité et cosmologie. Particules élémentaires. Physique des matériaux. Mécanique	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Les cours mentionnés ci-dessus	

<b>Titre: PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE II</b>			<b>Title: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS II</b>		
<b>Enseignant: Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la physique des particules (suite).  
 Introduction générale à la physique nucléaire : des états liés à la diffusion.

**OBJECTIVE**

Introduction to particle physics (continued).  
 General introduction to nuclear physics : from bound states to scattering states.

**CONTENU**

**Physique corpusculaire (suite) :**  
 Mélange des quarks. Neutrinos. Violation de la parité. Kaons neutres. Violation de CP.

**Introduction à la physique nucléaire :**  
 Propriétés globales du noyau atomique : taille, masse, énergie de liaison.

**Modèles nucléaires :**  
 Le modèle du gaz de Fermi, énergie de liaison et formule de la masse.  
 Le modèle en couche à nucléon célibataire, l'interaction spin-orbite, spins nucléaires, moment magnétique dipolaire et moment électrique quadripolaire.

**Réactions nucléaires :**  
 Diffusion et réaction, formalisme de la diffusion, ondes partielles.  
 Résonances de Breit-Wigner. Noyau composé.  
 Puits de potentiel et modèle optique.

**CONTENTS**

**Particle physics (continued):**  
 Quark mixing. Neutrinos. Parity violation. Neutral kaons. CP violation.

**Introduction to nuclear physics:**  
 Global properties of the atomic nucleus: size, mass, binding energy.

**Nuclear models:**  
 Fermi gas model, Binding energy and the nuclear mass formula.  
 Single particle nuclear shell model, spin-orbit interaction, nuclear spins, dipole magnetic moment and quadrupole electric moment.

**Nuclear reactions:**  
 Scattering and reactions, Scattering formalism, partial waves. Breit-Wigner resonances. Compound nucleus.  
 Potential well and optical model.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale. Physique quantique I, II	<b>FORME DU CONTROLE</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE II</b>			<b>Title: STATISTICAL PHYSICS II</b>		
<b>Enseignant: Philippe A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours a pour but de fournir des concepts et des outils d'analyse essentiels pour l'étude de la matière condensée et de la théorie quantique des champs.

**OBJECTIVE**

The course presents essential tools and concepts needed in condensed matter physics and quantum field theory.

**CONTENU**

- 1. Systèmes de fermions et de bosons**  
Principe de symétrisation et conséquences qualitatives de la statistique quantique.
- 2. Systèmes de particules en nombre variable**  
Formalisme de la seconde quantification. Opérateurs de création et d'annihilation. Observables et états de l'espace de Fock.
- 3. Le gaz électronique**  
Le modèle du jellium et l'énergie coulombienne.
- 4. Le champ électromagnétique quantique et le photon**  
Emission et absorption de photons par un atome.
- 5. Théorie de la réponse linéaire**  
Propriétés de la fonction de réponse, causalité et dissipation. Le théorème de fluctuation – dissipation.

**CONTENTS**

- 1. Fermionic and Bosonic systems**  
Symmetrization and general consequences of quantum statistics.
- 2. Systems with variable particle number**  
Second quantization. Creation and annihilation operators. Observables and states in Fock spaces.
- 3. The electron gas**  
Jellium model and the Coulomb energy.
- 4. The quantized electromagnetic field and the photon**  
Absorption and emission of a photon by an atom.
- 5. Linear response theory**  
Properties of the response function, causality and dissipation. The fluctuation – dissipation theorem.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle bachelor
<i>Préalable requis:</i> Physique statistique I, Mécanique quantique I et II	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Cours à option de 4 <sup>ème</sup> année en matière condensée et théorie des champs	

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

# DESCRIPTION DES COURS

Cycle master - 4<sup>ème</sup> année

2004/2005

<i>Titre:</i> <b>ASTROPHYSIQUE III : COSMOLOGIE OBSERVATIONNELLE</b>		<i>Title:</i> <b>ASTROPHYSICS III : OBSERVATIONAL COSMOLOGY</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Georges MEYLAN, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

La cosmologie est l'étude de la structure et de l'évolution de l'univers dans son ensemble. Ce cours décrit les principaux thèmes de la cosmologie, abordés du point de vue des observations.

**CONTENU**

1. Une brève perspective historique: quelques cosmologies anciennes. Le paradoxe d'Olbers.
2. Les trois piliers observationnels de la cosmologie du big bang découverts durant le XXème siècle: (i) l'expansion de l'univers; (ii) le rayonnement de fond cosmique à 3K; (iii) l'abondance des éléments légers.
3. La métrique de l'univers. Les décalages spectraux vers le rouge.
4. Les modèles cosmologiques et l'évolution de l'univers.
5. Les tests observationnels: l'âge de l'univers, la densité moyenne et le problème de la masse sombre, la nucléo-cosmo-chronologie, les comptages profonds de galaxies.
6. Récentes observations du rayonnement de fond cosmique et de son spectre de puissance.
7. Impact des lentilles gravitationnelles sur la cosmologie.
8. Les phases initiales de l'évolution de l'univers dans le modèle du Big Bang et la nucléosynthèse cosmologique.

**OBJECTIVE**

Cosmology is the study of the structure and evolution of the universe as a whole. This course describes the principal themes of cosmology, as seen from the point of view of observations

**CONTENTS**

1. A brief historical perspective: a few ancient cosmologies. Olbers' paradox.
2. The three observational pillars of Big Bang cosmology discovered during the 20<sup>th</sup> century: (i) The universe expansion; (ii) The cosmic microwave background at 3K; (iii) The abundance of light elements.
3. The metric of the universe. The spectral redshifts.
4. Cosmological models and the evolution of the universe.
5. Observational tests: the age of the universe, mean density and the problem of dark matter, nucleo-cosmo-chronology, the deep galaxy counts.
6. Recent observations of the cosmic microwave background and its power spectrum.
7. Impact of gravitational lenses on cosmology.
8. The initial phases of the evolution of the universe in the Big Bang model and cosmological nucleosynthesis.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> « Galaxy formation », M.S. Longair, Springer-Verlag, 1998 « Modern Cosmology », S. Dodelson, Academic Press, 2003	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: ASTROPHYSIQUE IV : DYNAMIQUE STELLAIRE ET GALACTIQUE</b>		<b>Title: ASTROPHYSICS IV : STELLAR AND GALACTIC DYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: Jean-Claude MERMILLIOD, Maître Enseignement et Recherche EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est d'approfondir les connaissances sur les phénomènes de dynamique spécifiques, déterminant l'origine, l'équilibre et l'évolution des objets cosmiques tels que les amas d'étoiles, les galaxies et les amas de galaxies. Le champ de la dynamique stellaire et galactique couvre ces phénomènes pour lesquels la mécanique statistique ne peut s'appliquer directement à cause de la longue portée de la gravitation.

**CONTENU**

1. Introduction : distances, tailles, masses des systèmes de la dynamique stellaire (DS) : amas d'étoiles et de galaxies.
2. Principe de moindre action, mécanique de Lagrange, d'Hamilton. Orbites. Section de Poincaré.
3. Théorème d'Euler des fonctions k-homogènes.
4. Systèmes de points matériels : intégrales classiques. Identité de Lagrange-Jacobi, viriel.
5. Le problème des deux corps : dérivation au moyen des équations de Lagrange. Propriétés.
6. Le problème des trois corps : insolvabilité du problème. Coordonnées relatives. Cas particuliers simples.
7. Le problème restreint des trois corps : équations du mouvement. Intégrale de Jacobi. Points de Lagrange
8. Modèle de masse continu : fonction de distribution. Théorie du potentiel. Energie potentielle d'une distribution.
9. Phénomènes de relaxation violente et à 2 corps.
10. Evolution des amas d'étoiles : collapse, rôle des binaries
11. Equation de Boltzmann sans collisions : problème fondamental de la DS. Equation de Liouville. Théorème de Jeans.
12. Equations de Jeans : hydrodynamique stellaire, applications
13. Structure orbitale des principaux systèmes stellaires : galaxies sphériques, elliptiques, disques, barrées. Résonances.
14. Méthode de Schwarzschild.
15. Phénomènes collectifs : instabilités. Evolution.
16. Méthodes N-corps : méthodes directe, à grille, à arbre.

**OBJECTIVE**

The aim of this course is to develop the knowledge on specific dynamical phenomena related to the origin, equilibrium and evolution of star clusters, galaxies and galaxy clusters

Stellar and galactic dynamics describe phenomena for which statistical mechanics does not apply because of the long range of gravitational forces.

**CONTENTS**

1. Introduction: distances, sizes, masses of stellar dynamics (SD) systems such as star and galaxy clusters.
2. Principle of least action, Lagrange and Hamilton mechanics. Orbits. Poincaré sections.
3. Euler theorem on k-homogeneous functions.
4. Systems of material points: classical integrals. Lagrange-Jacobi identity. Virial.
5. Two-body problem: derivation using Lagrange equations. Properties.
6. Three-body problem: insolvability. Relative coordinates. A few simple applications.
7. Three-body restricted problem: motion equations. Jacobi integral. Lagrange points.
8. Continuous mass model: distribution function. Potential theory. Potential energy of a distribution.
9. Violent and two-body relaxation phenomena.
10. Star cluster evolution: collapse, role of binaries.
11. Boltzmann equation without collisions. Fundamental problem of SD. Liouville equation. Jeans theorem.
12. Jeans equation : stellar hydrodynamics, applications.
13. Orbital structure of main stellar systems: spherical, elliptical galaxies with disk, barred. Resonances.
14. Schwarzschild method.
15. Collective phenomena : instability. Evolution.
16. N-body methods: direct, grid, trees

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> « Galactic dynamics », J. Binney & S. Tremaine, Princeton (1987)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eré Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Ex.de 2ème année de physique ou mathématiques	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES I, II</b>		<b>Titre: RELATIVISTIC QUANTUM FIELDS I, II</b>			
<b>Enseignant: Mikhail E. CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42/42</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1 / 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter les idées et les méthodes de la théorie des champs quantiques relativistes, considérée comme description des interactions fondamentales entre particules élémentaires.

**OBJECTIVE**

To present the ideas and methods of the relativistic quantum theory of fields, viewed as a description of the fundamental interactions of elementary particles.

**CONTENU**

- Unités de la physique des hautes énergies**
- Champs quantiques** Opérateurs de création et d'annihilation. Quantification secondaire et systèmes de particules indiscernables. Bosons et fermions. Espace de Fock. Les particules relativistes libres.
- Théorie classique des champs** Actions, lagrangiens, hamiltoniens. Théorème de Noether.
- Relativité restreinte et groupe de Poincaré** Eléments de la théorie des groupes. Groupes de Lie. Algèbres de Lie. Les groupes de Poincaré et de Lorentz.
- Champs classiques et quantiques relativistes libres** Classification des champs. Champs scalaires réel et complexe. Le champ vectoriel massif. Le photon. Champs spinoriels.
- Champs en interaction** Les symétries global et local. Théorie de jauge abélien. Théories de jauge non abéliens. Interactions forte et électrofaible et lagrangien du modèle standard. Matrice-S et diagrammes de Feynman. La section efficace. Le taux de désintégration.
- Renormalisation** Idée de base. Fonctions de Green. Masse des particules. Règles de renormalisation.

**CONTENTS**

- Units of high energy physics**
- Quantum fields** Creation and annihilation operators. Second quantisation and systems of indistinguishable particles. Bosons and fermions. Fock space. Free relativistic particles.
- Classical field theory** Actions, Lagrangians, Hamiltonians. Noether's theorem.
- Special relativity and the Poincaré group** Elements of group theory. Lie groups. Lie algebras. Poincaré and Lorentz groups.
- Classical and quantum relativistic free fields** Classification of fields. Real and complex scalar fields. The massive vectorial field. The photon. Spinorial fields.
- Interacting fields** Global and local symmetries. Abelian gauge theory. Non-abelian gauge theories. Strong and electroweak interactions and Lagrangian of the standard model. S-matrix and Feynman diagrams. The cross-section and decay rate.
- Renormalisation** The basic idea. Green's functions. Particle mass. Rules of renormalisation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3 / 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps (7 <sup>ème</sup> ) Cycle master Eté (8 <sup>ème</sup> )
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Électrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.	
<i>Préparation pour:</i> Physique théorique, Physique des interactions fondamentales et des particules élémentaires.	

<b>Titre: CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORSPUSCULAIRE</b>		<b>Titre: SELECTED TOPICS IN NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Aurélio BAY, Professeur EPFL/SPH/Christian MOREL, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description des réactions nucléaires. Introduire les modèles de réaction couramment utilisés. Introduire le concept d'un nouveau état de la matière : le plasma de quarks et gluons.

Présenter des exemples d'expériences de physique de particules sans accélérateur.

**CONTENU**

Modèles de réactions nucléaires. La polarisation. La capture pionique. Résonances et noyau composé, le modèle optique, les réactions directes.

Le plasma de quarks et gluons. Implications en Astrophysique et Cosmologie.

Production par collision d'ions. Signatures du plasma.

Exemples d'expériences de physique de particules sans accélérateur.

**OBJECTIVE**

Acquisition of basic knowledge to enable the description of nuclear reactions. Introduction to the commonly used reaction models. Introduction to the concept of a new state of matter: the quark and gluon plasma.

Presentation of examples of non-accelerator physics experiments

**CONTENTS**

Nuclear reaction models. Polarisation. Pionic capture. Resonances and the compound nucleus, optical model, direct reactions.

Plasma of quark and gluons. Implication in Astrophysics and Cosmology.

Production by heavy ion collisions. Signatures of the plasma.

Examples of non-accelerator physics experiments

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Modèles nucléaires	Cycle master	
<b>Préalable requis:</b>	Cours Physique nucléaire et corpusculaire I, Physique quantique I et II	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3 <sup>ème</sup> Cycle.		

<b>Titre: DES PETITES MOLÉCULES AUX BIOMACROMOLÉCULES I</b>		<b>Titre: FROM SMALL MOLECULES TO BIOMACROMOLECULES I</b>			
<b>Enseignant: Majed CHERGUI, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à la structure des molécules et à la spectroscopie moléculaire vibrationnelle et électronique.

**CONTENU**

**Partie I :**

- Structure des molécules (courbes et surfaces du potentiel)
- Spectres vibrationnels des molécules diatomiques et polyatomiques (spectres infrarouge, Raman). Règles de sélection
- Spectroscopie électronique des molécules. Approximation de Born-Oppenheimer, principe de Franck-Condon.
- Propriétés de symétrie des molécules
- Les molécules dans les champs électriques et magnétiques.

**OBJECTIVE**

Introduction to molecular structure and spectroscopy.

**CONTENTS**

**Part I:**

- Molecular structure (potential curves and potential surfaces)
- Vibrational spectroscopy of diatomic and polyatomic molecules (IR, Raman). Selection rules
- Electronic spectroscopy of molecules. Born-Oppenheimer approximation, the Franck-Condon principle
- Symmetry properties of molecules
- Molecules in electric and magnetic fields.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra, exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Phénomènes ultrarapides	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Mécanique quantique	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b> Master, thèse de doctorat	

<b>Titre: DÉTECTION DES PARTICULES</b>		<b>Title: PARTICLE DETECTION</b>			
<b>Enseignant: Thomas SCHIETINGER, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction aux méthodes les plus importantes pour la détection des particules et leurs applications en physique nucléaire et corpusculaire.

**OBJECTIVE**

Introduction to the most important methods of particle detection and their application in nuclear and particle physics.

**CONTENU**

**Interaction des particules à travers la matière :** ionisation (formule de Bethe-Bloch), interaction des électrons et des photons (gerbes électromagnétiques, longueur de rayonnement et énergie critique).

**Caractéristiques générales des détecteurs :** linéarité, rendement, résolution et facteur de Fano.

**Détecteurs à gaz :** compteurs à ionisation, proportionnel et Geiger-Muller, chambres proportionnelles multifilaires, à dérive, à projection temporelle, détecteurs à gaz à micro-structures.

**Détecteurs à semiconducteur :** jonction pn, détecteurs à diode silicium et germanium, détecteurs à silicium à micro pistes et à pixels.

**Scintillateurs :** scintillateurs organiques et inorganiques, déplaceurs de longueur d'onde et guides de lumières.

**Photodétecteurs :** photomultiplicateurs, photodiodes et autres alternatives.

**Applications :** mesure de la quantité de mouvement dans les champs magnétiques, calorimétrie, identification des particules.

**Exemples :** les techniques de détection sont illustrées par des exemples reliés à la recherche effectuée dans notre groupe de physique corpusculaire à Lausanne.

**CONTENTS**

**Interaction of particles in matter:** ionization (Bethe-Bloch formula), interaction of electrons and photons (electromagnetic showers, radiation length and critical energy).

**General characteristics of detectors:** linearity, efficiency, resolution and Fano factor.

**Gas detectors:** ionisation, proportional and Geiger-Muller counters, multiwire proportional, drift and time-projection chambers, micro-pattern gas detectors.

**Semiconductor detectors:** pn junction, silicon and germanium diode detectors, silicon microstrip and pixel detectors.

**Scintillators:** organic and inorganic scintillators, wavelength shifters and light guides.

**Photodetectors:** photomultipliers, photodiodes and other alternatives.

**Applications:** momentum measurement in magnetic fields, calorimetry, particle identification.

**Examples:** the detection techniques are illustrated by examples relevant to the research done in our particle physics group at Lausanne.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Connaissances élémentaires en physique nucléaire et corpusculaire. Notions en électronique.	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b> Master en physique nucléaire et corpusculaire.	

<b>Titre: DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES ET OPTIQUES À SEMICONDUCTEURS I</b>		<b>Titre: SEMICONDUCTOR ELECTRONIC AND OPTOELECTRONIC DEVICES I</b>			
<b>Enseignant: Marc ILEGEMS, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter la physique de fonctionnement des dispositifs semiconducteurs.

**CONTENU**

1. **Propriétés électroniques des semiconducteurs**
  - Structures cristallines et bandes d'énergie
  - Statistiques des porteurs à l'équilibre et hors équilibre
  - Transport électronique à faible et fort champ
  - Processus de génération et recombinaison.
2. **Théorie des jonctions et interfaces**
  - Jonction p-n et métal-semiconducteur
  - Interfaces isolant - semiconducteur et hétérojonctions
  - Transistor bipolaire.
3. **Dispositifs à effet de champ**
  - Transistor JFET, MESFET, MOSFET, HFET
  - Structures submicroniques
4. **Dispositifs d'électronique quantique**
  - Puits quantiques et superréseaux
  - Conduction dans un gaz bidimensionnel d'électrons
  - Effet Hall quantique

**OBJECTIVE**

To present the physical principles of semiconductor device operation

**CONTENTS**

1. **Electronic properties of silicon**
  - Crystal structure and energy band diagrams
  - Carrier statistics in equilibrium and non-equilibrium
  - Electron transport in weak and strong fields
  - Generation and recombination processes.
2. **Theory of junctions and interfaces**
  - pn and metal-semiconductor junctions
  - Oxyde-semiconductor and heterojunction interfaces
  - Principles of bipolar transistor operation.
3. **Field effect devices**
  - JFET, MESFET, HFET and MOSFET transistors
  - Submicron devices
4. **Quantum electron devices**
  - Quantum well and superlattice structures
  - Conductivity of a 2D electron gas
  - Quantum Hall effect

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposé avec exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Introduction en Electronique et Physique du Solide. <i>Préparation pour:</i> Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral

<b>Titre: DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES ET OPTIQUES À SEMICONDUCTEURS II</b>		<b>Title: SEMICONDUCTOR ELECTRONIC AND OPTOELECTRONIC DEVICES II</b>			
<b>Enseignant: Marc ILEGEMS, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter la physique de fonctionnement et les principales applications des semiconducteurs en optoélectronique

**OBJECTIVE**

To present the physical principles of operation and the main applications of semiconductor optoelectronic devices.

**CONTENU**

- 1. Matériaux semiconducteurs optoélectroniques**
- 2. Interactions lumière-matière**  
Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique, constantes optiques.
- 3. Photodétection**  
Photoconducteurs, photodiodes à jonction p-n, p-i-n, et avalanche. Diodes métal-semiconducteur-métal, détecteurs à couplage de charge. Photorécepteurs intégrés. Réponse spectrale, sensibilité, bruit.
- 4. Electroluminescence**  
Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Applications à l'affichage et pour les communications à fibre.
- 5. Diodes laser**  
Conditions d'émission stimulée, gain optique, caractéristiques spectrales, efficacité, modulation. Lasers Fabry-Pérot, lasers à rétroaction distribuée, lasers à émission verticale. Ingénierie de la structure des bandes, lasers à puits quantiques.
- 6. Dispositifs d'optique intégrée planaire**  
Guides d'ondes, interféromètres, miroirs, réseaux de diffraction, modulateurs, multiplexeurs.

**CONTENTS**

- 1. Semiconductor materials for optoelectronics**
- 2. Light-matter interactions in semiconductors**  
Absorption, spontaneous and stimulated emission of radiation, dielectric function, optical constants.
- 3. Photodetection**  
Photoconductors, p-n, p-i-n and avalanche photodiodes, metal-semiconductor-metal detectors, charge coupled detectors and arrays, integrated photoreceivers, spectral responsivity, detectivity, noise.
- 4. Electroluminescence**  
Electroluminescent diodes, emission spectra, efficiency, modulation. Applications for displays and fiber optic communications.
- 5. Laser diodes**  
Conditions to achieve stimulated emission, optical gain and threshold, spectral characteristics, efficiency, modulation. Fabry-Perot, distributed feedback and vertical cavity laser structures. Bandgap engineering, quantum well lasers.
- 6. Integrated optoelectronics**  
Planar optical waveguides, interferometers, mirrors, diffraction gratings, modulators, couplers, multiplexers.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Exposé avec exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Dispositifs électroniques semiconducteurs	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b> Laboratoire et projets.	

<b>Titre: ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE</b>		<b>Title: QUANTUM ELECTRODYNAMICS</b>			
<b>Enseignant: François REUSE, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Fournir une première approche de l'électrodynamique quantique et des méthodes de calcul qui lui sont associées. Aborder la problématique liée aux corrections radiatives et à la procédure de renormalisation.

**CONTENU**

**Théorie quantique relativiste de l'électron**

- Equation de Dirac pour l'électron libre et discussion de la covariance relativiste formelle de cette dernière.
- Théorie des « trous de Dirac ». Le positron
- Equation de Dirac avec champ électromagnétique extérieur. Invariance de jauge et couplage minimal.
- Limite non-relativiste de l'équation de Dirac et corrections relativistes en physique atomique..

**Interaction entre électron relativiste et photons**

- Première formulation d'une théorie quantique relativiste de l'interaction de l'électron avec les photons.
- Application à l'étude de l'effet Compton, du processus d'annihilation d'une paire électron-positron en deux photons et du rayonnement de freinage de l'électron en présence d'un champ électromagnétique extérieur.

**Electrodynamique quantique**

- Présentation du formalisme à N-corps pour des fermions. Application aux systèmes formés d'un nombre arbitraire d'électrons relativistes.
- Electrons et anti-electrons. Champ de Dirac quantique. Règle de supersélection
- Interaction champ de Dirac - champ électromagnétique. Invariance de l'interaction électromagnétique par conjugaison de charge.
- Polarisation du vide. Self-énergie de l'électron. Corrections de vertex et moment magnétique anormal de l'électron.
- Formulation « manifestement » covariante relativiste de l'électrodynamique quantique.

**OBJECTIVE**

Provide a first approach to quantum electrodynamics and the associated methods of calculation. Discuss the problematics related with radiative corrections and the renormalisation procedure..

**CONTENTS**

**Relativistic quantum theory of electron**

- Dirac equation for the free electron and discussion of its formal relativistic covariance.
- Dirac theory of "holes". The positron..
- Dirac equation with external electromagnetic field. Gauge invariance and minimal coupling.
- Non-relativistic limit of the Dirac equation and relativistic corrections in atomic physics.

**Relativistic electron and photons interaction**

- A first formulation of a relativistic quantum theory for the electron-photon interaction.
- Application to a study of Compton scattering, electron-positron pair annihilation yielding two photons, and damping radiation of an electron under the influence of an external electromagnetic field.

**Quantum electrodynamics**

- N-particle formalism for fermions. Application to systems including an arbitrary number of relativistic electrons.
- Electrons and anti-electrons. Quantum Dirac's field. Superselection rules.
- Dirac field - electromagnetic field interaction. Invariance of the electromagnetic interaction with respect to charge conjugation
- Vacuum polarization. Electron self-energy. Vertex corrections and anomalous magnetic moment of the electron
- "Formally" relativistically covariant formulation of quantum electrodynamics

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices pendant le cours.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>CYCLE MASTER</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique quantique I et II. Electrodynamique. Eléments de relativité restreinte.	<b>FORME DU CONTROLE</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Théorie quantique des champs. Physique des particules élémentaires. Physique atomique.		

<b>Titre: INTRODUCTION À L'ÉLECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES</b>		<b>Title: INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRODYNAMICS AND OPTICS</b>			
<b>Enseignant: François REUSE, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Acquérir sur un niveau élémentaire le formalisme et les concepts de base de la théorie quantique du rayonnement électromagnétique. Introduire les états cohérents du champ électromagnétique. Présenter une brève introduction aux propriétés statistiques du rayonnement. Etudier les processus d'interaction entre des atomes et des photons.

**CONTENU**

**Théorie quantique du rayonnement électromagnétique**

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique du rayonnement.
- Théorie quantique du champ électromagnétique. Relations de commutation fondamentales et opérateurs de champ.
- Le concept de photon. Les états à N-photons.
- Polarisation et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique produit par des courants électriques classiques.

**Notions de base reliées à l'optique quantique**

- Etats cohérents d'un oscillateur harmonique quantique unidimensionnel.
- Propriétés des états cohérents du rayonnement quantique. Influence de courants électriques extérieurs sur leur évolution.
- Description statistique du rayonnement quantique.
- Rayonnements chaotiques et cohérents. Rayonnement du corps noir.

**Interaction entre atome et photons**

- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Emissions induites et spontanées d'un photon par un atome. Règles de sélection.
- Absorption de photons par un atome.
- Origine des largeurs de raie naturelles des spectres d'émission et d'absorption.

**OBJECTIVE**

To provide at an elementary level the formalism and the conceptual scheme of the quantum theory of electromagnetic radiation. To introduce the coherent states of the electromagnetic field. To present a brief introduction to the statistical properties of radiations. To study the interaction processes between atoms and photons.

**CONTENTS**

**Quantum theory of electromagnetic radiation**

- Hamiltonian formulation of the classical theory of radiation.
- Quantum theory of the electromagnetic field. Fundamental commutation relations and field operators.
- The concept of photon. The N-photons states.
- Polarization and helicity for the photon.
- Quantum radiation generated by classical electric currents.

**Basic notions related to quantum optics**

- Coherent states of a one-dimensional quantum harmonic oscillators.
- Properties of the coherent states of the quantum radiation. Influence of external electric currents on their behaviour.
- Statistical description of the quantum radiation.
- Chaotic and coherent radiations. Black body radiation.

**Interaction between atoms and photons**

- Dipolar electric approximation of the atom-photons interaction.
- Induced and spontaneous emission of one photon by an atom. Selection rules.
- Photons absorption by an atom.
- Origin of the natural breadth of absorption and emission lines spectra.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices pendant le cours.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes photocopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle master	
<b>Préalable requis:</b>	Physique quantique I, II. Electrodynamique.	<b>FORME DU CONTROLE</b>	Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps. Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II. Théorie quantique des champs.		

<b>Titre: INTRODUCTION À LA PHYSIQUE DES ASTROPARTICULES</b>		<b>Titre: INTRODUCTION TO ASTRO-PARTICLE PHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH/Andrii NERONOV, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

**CONTENU**

1. Observation de l'univers : expansion cosmologique, âge de l'univers. Le rayonnement fossile.
2. Matière noire dans l'univers. Courbes de rotation des galaxies, expériences de détection de la matière noire.
3. Sources astrophysiques de gammas à haute énergie et rayons cosmiques.
4. Pulsars et supernovae. Neutrinos de supernovae SN1987A.
5. Accélération de particules à haute énergie près d'étoiles magnétisées.
6. Trous noirs astrophysiques : trous noirs de masse stellaire et trous noirs supermassifs dans les nucléi des galaxies actives.
7. Accélération de particules à haute énergie et production de rayons cosmiques près des trous noirs.
8. Les rayons cosmiques : Spectre et composition, moyens de détection. Les rayons cosmiques d'énergie ultra-haute : détection, leur interaction avec le fond à 2.7 °K. Les modèles d'accélération de Fermi de premier et deuxième ordre. L'accélération dans la magnétosphère des Pulsars. L'accélération dans le Soleil. Les sources exotiques.
9. La radiation électromagnétique : Mécanismes de production, lignes spectrales et continuum. Mécanismes d'absorption. Les détecteurs embarqués et au sol. Le projet GLAST. L'imagerie Cherenkov. Les sources gamma avec E>100 GeV, Geminga, les gerbes de rayons gamma. Simulation de gerbes gamma et hadroniques.
10. Les neutrinos : Mécanismes de production. Interaction avec la matière. Neutrinos stellaires. L'oscillation des neutrinos solaires. Les neutrinos des Supernovae. L'oscillation des neutrinos atmosphériques. Les détecteurs.

**OBJECTIVE**

**CONTENTS**

1. The observed universe: cosmological expansion, age of the universe, cosmic microwave background radiation.
2. Dark matter in the Universe. Rotation curves of the galaxies, experiments on detection of dark matter.
3. Astrophysical sources of high-energy gamma quanta and cosmic rays.
4. Pulsars and supernovae. Neutrinos from the supernova SN1987A.
5. High-energy particle acceleration near magnetized neutron stars.
6. Astrophysical black holes: stellar mass black holes and supermassive black holes in the nuclei of active galaxies.
7. High-energy particle acceleration and production of cosmic rays by the black holes.
8. Cosmic radiation: Spectrum and composition, means of detection. Cosmic rays with ultrahigh energy; detection; their interaction with the background 2.7 °K. Fermi acceleration of first and second order. Acceleration in the Pulsar magnetosphere. Acceleration in the sun. Exotic sources.
9. Electromagnetic radiation: Production mechanisms; spectral lines and the continuum. Absorption mechanisms. On-board and ground-level detectors. The GLAST project. Cherenkov imaging. Sources of gamma rays with E>100 GeV, Geminga, gamma ray bursts. Simulation of gamma and hadronic showers.
10. Neutrinos: Production mechanisms. Interaction with matter. Stellar neutrinos. Oscillation of solar neutrinos. Neutrinos in Supernovae. The oscillation of atmospheric neutrinos. Detectors.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Cours Physique des particules 3 <sup>e</sup> année	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<b>Préparation pour:</b>	Examen oral

<b>Titre: INTRODUCTION AUX ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES</b>			<b>Titre: INTRODUCTION TO PARTICLES ACCELERATORS</b>		
<b>Enseignant: Albin F. WRULICH, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les accélérateurs jouent un rôle important pour la physique élémentaire des particules, pour les analyses structurelles et dynamiques de la matière ainsi que la médecine et l'industrie. Les bases de la théorie des accélérateurs ainsi que le concept et le fonctionnement d'accélérateurs sont présentés dans ce cours. Des projets innovateurs d'accélérateur sont également présentés ainsi que leurs applications dans la recherche, la médecine et l'industrie.

**OBJECTIVE**

Accelerators play a major role in elementary particle physics, structural and dynamical analysis of matter and particularly also in medicine and industry. The basics of accelerator theory, design and operation are presented, combined with the discussions of innovative accelerator projects for research, medicine and industrial application.

**CONTENU**

Aperçu général et historique  
 Dynamique transversale de particule dans les accélérateurs  
 Dynamique non linéaire à une particule  
 Accélération et dynamique longitudinale  
 Perte de faisceau (durée de vie) et détérioration du faisceau par effet collectif Conception d'accélérateur  
 Présent et futur des sources de lumière pour l'analyse structurelle et dynamique de la matière / sources de lumière et lasers à électrons libres  
 Les accélérateurs aux collisions des faisceaux, circulaires et linéaires

**CONTENTS**

Overview and history  
 Transverse particle dynamics in accelerators  
 Single particle nonlinear dynamics  
 Acceleration and longitudinal dynamics  
 Beam losses (lifetime) and beam quality deterioration due to collective effects  
 Accelerator design  
 Present and future light sources for structural and dynamical analysis of matter  
 / light sources, free electron lasers  
 Circular and linear colliders

**CE COURS SERA DONNÉ EN ANGLAIS**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages conseillés pendant le cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Notion de relativité restreinte et d'électrodynamique	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen écrit
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>LE NOYAU ATOMIQUE</b>		<i>Title:</i> <b>THE ATOMIC NUCLEUS</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description du noyau atomique. Introduire les modèles de structure couramment utilisés.

**CONTENU**

Introduction et rappel des propriétés générales du noyau atomique.

Spin 1/2. Rotations et moment cinétique. Composition des moments cinétiques. Théorème de Wigner-Eckart.

Le système de deux nucléons. Principe d'exclusion de Pauli. Force d'échange et force tensorielle. Le deuton.

Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.

Le système de A nucléons. Modèle en couches. Interaction résiduelle et mélange de configuration. Modèle de Nilsson. Modèles collectifs : rotations et vibrations.

**OBJECTIVE**

Present the basic notions needed for the elaboration of a description of the atomic nucleus. Introduce the main nuclear models.

**CONTENTS**

Introduction and summary of the general properties of the atomic nucleus.

Spin 1/2. Rotations and angular momentum. Angular momentum composition. Wigner-Eckart theorem.

The two-nucleon system. Pauli's exclusion principle. Exchange force and tensor force. The deuteron.

Motion of a particle in a central potential. Bound states.

The A-nucleon system. Shell model. Residual interaction and configuration mixing. Nilsson's model. Collective models: rotations and vibrations.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Chapitres choisis de physique nucléaire et corpusculaire	Cycle master:	
<i>Préalable requis:</i>	Physique nucléaire et corpusculaire I Physique quantique I et II	<b>FORME DU CONTRÔLE</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3ème cycle.		

<b>Titre: MÉTHODES EXPÉRIMENTALES EN PHYSIQUE I, II</b>		<b>Titre: EXPERIMENTAL METHODS IN PHYSICS I, II</b>			
<b>Enseignant: Harald BRUNE, Professeur EPFL/SPH, Jean-Marc BONARD, Jean-Daniel GANIERE, Chargés de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>STS</i>	<i>Heures totales:</i> 42/42
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les méthodes expérimentales utilisées actuellement en recherche fondamentale, appliquée et de développement en physique. Etre capable d'entrer en discussion avec un collègue en vue d'une collaboration; quels renseignements peut-on obtenir concernant une technique expérimentale ?, nature des échantillons ?, sensibilité ?, limitations ?, mise en oeuvre...

**CONTENU**

- **Acoustique et élasticité** : production et détection d'ondes acoustiques, éléments d'acoustique technique.
- **Electricité** : mesures de champ, des propriétés para, dia, ferro.
- **Magnétisme** : mesures de champ, des propriétés de para, dia et ferro, production de champ (bobines supra,...)
- **Thermique** : mesure et régulation de la température, cryostat.
- **Radiométrie et photométrie** : unités, théorème de la brillance, la vision et la mesure des couleurs.
- **Optique** : éléments optiques (modulateurs, polariseurs, lentilles...). Spectromètres, monochromateurs... Les photodétecteurs (PM, photodiodes, CCD, Streak camera...)
- **Les sources de lumière** : lasers, lampes à décharge et à incandescence, synchrotron...
- **Les microscopies** : électronique, à effet tunnel, à force atomique, optique confocale et en champ proche...
- **Le traitement du signal** : le bruit, les amplificateurs lock-in, le comptage de photon, les box cars.
- **Les méthodes de caractérisation structurale** : RX, diffraction des électrons, des neutrons, ...
- **Les méthodes de caractérisation chimique et électronique** : spectroscopie des photoélectrons, spectroscopie en rétrodiffusion Rutherford, spectroscopie de masse d'ions secondaires, spectroscopie Auger, sources et détecteurs...

**OBJECTIVE**

To understand the experimental methods used presently in research and development in physics. Develop a comprehension in other fields in order to be able to start collaborations; what can be gained using an experimental technique ?, nature of the samples ?, sensitivity?, limitations?, how to work it out...

**CONTENTS**

- **Acoustic and Elasticity**: production and detection of acoustic waves, elements of technical acoustics.
- **Electricity** : measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro).
- **Magnetism**: measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro). Production of fields
- **Refrigeration** : measurement and regulation of temperature, cryostat.
- **Radiometry and photometry**: units, colour, measurements.
- **Optics**: optical elements (modulators, polarisers, lenses...). Spectrometer, monochromator... Photo detectors (PM, photo diodes, CCD, Streak camera...)
- **Light sources**: lasers, discharge lamps, incandescence lamps, synchrotron...
- **Microscopy**: electronic, scanning tunneling, atomic force, scanning near field optical and confocal techniques...
- **Signal treatment**: noise, lock-in amplifiers, photon counting, box cars.
- **Structural characterization**: RX, neutron and electron diffraction, ...
- **Chemical and electronic characterization** : photoelectron spectroscopy, Rutherford backscattering spectroscopy, secondary ion mass spectroscopy, Auger spectroscopy, sources and detectors...

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Exposés ex cathedra, lecture et discussion de travaux de recherche récents.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3 / 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopiés du cours et de certains travaux de recherche récents.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps (7 <sup>ème</sup> ) Cycle master Eté (8 <sup>ème</sup> )
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours de base des années précédentes		
<i>Préparation pour:</i>	Activité professionnelle		

<b>Titre: MÉTHODES PHYSIQUES DE LA BIOLOGIE STRUCTURALE</b>		<b>Titre: PHYSICAL METHODS IN STRUCTURAL BIOLOGY</b>			
<b>Enseignant: Marc SCHILTZ, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présentation des principales méthodes physiques propres à l'étude structurale et dynamique des systèmes macromoléculaires biologiques. Cet enseignement s'adresse tout autant à des étudiants formés aux Sciences Physiques qu'à des étudiants des Sciences de la Vie. A ces derniers, cet enseignement permet d'acquérir une maîtrise conceptuelle des méthodes physiques de la biologie structurale et d'éviter ainsi l'approche largement répandue qui consiste à considérer ces techniques comme des « boîtes noires ».

**OBJECTIVE**

Introduction to the main physical methods that are used to investigate the structure and dynamics of biological macromolecules. Although these lectures are offered in the Physics Section, they are of equal interest to students with a background in Life Sciences, who will have the opportunity to acquire a conceptual knowledge of the physical methods used in structural biology, thus avoiding the widespread attitude to consider these techniques as "black boxes".

**CONTENU**

- Méthodes de diffraction : rayons X, neutrons, électrons.
- Cristallographie. Diffraction par des fibres.
- Macromolécules en solution : diffusion aux petits et aux grands angles.
- Microscopie électronique : diffraction par des cristaux 2d, imagerie de particules isolées.
- Méthodes spectroscopiques : résonance magnétique, spectroscopie aux rayons X, autres.

**CONTENTS**

- Diffraction methods : X-rays, neutrons, électrons.
- Crystallography. Fiber diffraction.
- Macromolecules in solution: wide- and small-angle scattering.
- Electron microscopy: diffraction from 2d crystals, single-particle imaging.
- Spectroscopic methods: magnetic resonance, X-ray spectroscopy, others.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Structure and Dynamics of Biomolecules – Neutron and Synchrotron Radiation for Condensed Matter Studies.</i> Eric Fanchon et al. (eds). Oxford ; New York: Oxford University Press 2000	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Physique de la matière vivante	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Physique 1ère, 2ème et 3ème années	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>OPTIQUE II</b>			<i>Titre:</i> <b>OPTICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours d'optique est donné sur une série de trois semestres. A la fin du cours, l'étudiant doit être à même d'analyser, de comprendre et, en principe, de réaliser un système optique complexe comprenant à la fois des éléments passifs comme une fibre optique et des éléments actifs comme un laser ou un modulateur.

**OBJECTIVE**

This optics course is given as a series over 3 semesters. At the end, the students should be able to analyze, understand and design complex optical systems containing both passive elements such as lenses or fibers and active elements such as lasers or detectors.

**CONTENU**

- Diffraction :** Fraunhofer, Fresnel, théorie de la diffraction
- Lumière, statistique et photons :** Propriétés statistiques de la lumière, lumière partiellement cohérente, le photon, faisceaux de photons, états quantiques de la lumière
- Polarisation, optique des cristaux :** Polarisation de la lumière. Equations de Fresnel. Optique dans un milieu anisotrope. Dispositifs polarisants
- Electro-optique :** Principes de base, électro-optique des milieux anisotropes, cristaux liquides, matériaux photoréfractifs.
- Acousto-optique :** Principes de base, interaction lumière-sonde sonore, dispositifs acousto-optique
- Optique non-linéaire :** Milieux non-linéaires. Non-linéarités du second ordre. Non-linéarités du troisième ordre. Mélange à trois ondes. Mélange à quatre ondes

**CONTENTS**

- Diffraction:** Fraunhofer, Fresnel, theory of diffraction
- Light, photons and statistics:** Statistical properties of light, partially coherent light, photons, photon beams, quantum states of light
- Polarization, crystal optics:** Light polarization. Fresnel equations. Optics in an anisotropic medium. Polarizing devices.
- Electro-optics:** Basic principles, electro-optics in anisotropic media, liquid crystals, photorefractive materials
- Acousto-optics:** Basic principles, light sound interaction, acousto-optical devices
- Non-linear optics:** Non-linear media. Second and third order non-linearities. Three and four wave mixing

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec exercices chaque semaine	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN"</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle master	
<i>Préalable requis:</i>	Optique I	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Optique III		

<i>Titre:</i> <b>OPTIQUE III</b>			<i>Title:</i> <b>OPTICS III</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours d'optique est donné sur une série de trois semestres. A la fin du cours, l'étudiant doit être à même d'analyser, de comprendre et, en principe, de réaliser un système optique complexe comprenant à la fois des éléments passifs comme une fibre optique et des éléments actifs comme un laser ou un modulateur.

**OBJECTIVE**

This optics course is given as a series over 3 semesters. At the end, the students should be able to analyze, understand and design complex optical systems containing both passive elements such as lenses or fibers and active elements such as lasers or detectors.

**CONTENU**

**Optique de Fourier :** Transformation de Fourier, applications en optique

**Lasers à impulsions courtes :** Principe du blocage de mode, modelocking actif et passif, laser CPM, blocage de mode hybride, compression, chirped pulse amplification, autocorrélateur

**Méthodes de spectroscopie cohérente et incohérente :** Mélange à 4 ondes, pompe sonde, luminescence, interférométrie spectrale

**Photonic, switcher, optical computing :** Commutateurs photoniques, dispositifs tout-optiques, bistabilité, interconnexions optiques

**CONTENTS**

**Fourier Optics:** Fourier transformation, application in optical systems

**Ultrashort pulse lasers:** Modelocking principale, active and passive modelocking, CPM laser, hybrid modelocking, pulse compression, chirped pulse amplification

**Methods for coherent and incoherent spectroscopy:** Four wave mixing, pump-probe techniques, luminescence, spectral interferometry

**Photonic, switcher, optical computing:** Photonic switches, all optical switches, bistability, optical interconnects

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec exercices chaque semaine	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle master	
<i>Préalable requis:</i>	Optique II	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>OPTIQUE QUANTIQUE</b>			<i>Title:</i> <b>QUANTUM OPTICS</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Marc-André DUPERTUIS, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner les bases de la description de l'interaction entre matière et lumière, en soulignant les aspects quantiques quand ils sont importants. Introduction aux outils théoriques essentiels et à quelques problématiques modernes (dynamique des semiconducteurs excités, effets mécaniques, calcul quantique).

**CONTENU**

- 1. Introduction à l'optique quantique**  
D'Einstein à nos jours : une perspective historique
- 2. Champs classiques et champs quantiques**  
Revue de quantification du champ de rayonnement. Seconde quantification des fermions.
- 3. Interaction lumière-matière: Résonances optiques et non-linéarités optiques, Le laser**  
Dynamique de l'interaction entre champ et atome. Équations de Bloch optiques. Classification des non-linéarités optiques. Equations du laser.
- 4. Bruit classique et bruit quantique, Théorie de la détection**  
Fonctions de corrélations du champ de rayonnement et cohérence. Théorie quantique de la détection.
- 5. Introduction aux effets à N corps dans les semiconducteurs. Les microcavités.**  
Équations de Bloch pour les semiconducteurs. Excitons. Termes « incohérents ». Microcavités et polaritons.
- 6. Effets mécaniques dans l'interaction lumière-matière**  
Pression de radiation. Refroidissement d'atomes par laser. Condensation de Bose.
- 7. Utilisation moderne d'aspects purement quantiques**  
Etats comprimés. Cryptographie quantique, Téléportation quantique, Ordinateurs quantiques.

**OBJECTIVE**

To give the basics of the interaction between matter and the radiation field, with emphasis on quantum aspects when needed. Introduction to essential theoretical tools and to a few modern problems (dynamics in optically excited semiconductors, mechanical effects, quantum computing).

**CONTENTS**

- 1. Introduction to quantum optics**  
From Einstein to our days : a historical perspective.
- 2. Classical and quantum fields**  
Review of radiation field quantization. Second quantization of fermions.
- 3. Laser-matter interaction : Optical resonance and optical non-linearities, The laser**  
Dynamics of the light-matter interaction. Optical Bloch equations. Classification of optical non-linearities. The laser equations.
- 4. Classical and quantum noise, Photodetection theory**  
Correlation functions of the radiation field and coherence. Quantum theory of photodetection.
- 5. Introduction to many-body effects in semiconductors. Microcavities.**  
Semiconductor Bloch equations. Excitons. « Incoherent » relaxation terms. Microcavities and polaritons.
- 6. Mechanical effects in the light-matter interaction**  
Radiation pressure. Atom laser cooling. Bose condensation.
- 7. Modern use of some purely quantum aspects**  
Squeezed states. Quantum cryptography, Quantum teleportation, Quantum computers.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral

<b>Titre: PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II</b>		<b>Titre: ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS PHYSICS I, II</b>			
<b>Enseignant: Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42/42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2 / 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 1 / 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à l'aspect expérimental et à la description phénoménologique de la physique des particules.

**CONTENU**

**Introduction :**

Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification. Détecteurs, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique. Les particules en astrophysique et cosmologie. Relativité restreinte, équations de Klein-Gordon et de Dirac.

**Propriétés des particules :**

Masse, charge, temps de vie, spin, moment magnétique...

**Symétries et lois de conservation :**

Invariance par translation et rotation, parité, conjugaison de charge, inversion temporelle, violation de P et de CP, théorème CPT, l'isospin.

**QED :**

Introduction. Les règles de Feynman. Les facteurs de forme.

**Partons et quarks :**

Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron au LEP, jets et cordes.

**L'interaction faible :**

La théorie de Fermi, théorie V-A. Désintégration du pion et du muon. La théorie de Cabibbo. Les bosons W et Z et leur observation aux collisionneurs.

**Modèle des quarks et QCD :**

SU(3) saveur, structure des mesons et des baryons, SU(N) saveur. Quarkonium. La couleur.

**Théories de jauge et le Modèle Standard :**

Invariance de jauge globale et locale. Théories de Yang et Mills. La brisure spontanée de symétrie. La théorie Electro-Faible: SU(2)xU(1). Le Higgs. Les GUTs, la Grande Unification.

**OBJECTIVE**

Introduction to experimental and phenomenological aspects of Particle Physics.

**CONTENTS**

**Introduction:**

The Standard Model, a step toward the Grand Unification. Particle detection, accelerators, natural radioactivity, cosmic rays. Particle physics and Astrophysics and Cosmology. Relativity, equations of Klein-Gordon and Dirac.

**Properties of particles:**

Mass, charge, lifetime, spin, magnetic moment,...

**Symmetries and conservation laws:**

Invariance under space translation and rotation, parity, time reversal and charge conjugation. Violation of parity and CP, CPT Theorem. Isospin.

**QED:**

Introduction to QED. The Feynman rules. The form factors.

**Partons and quarks:**

Deep inelastic scattering. Annihilation  $e^+e^-$  at LEP, jets and strings.

**Weak Interaction:**

Fermi's V-A theories. Pion and muon decays. Cabibbo's theory. The W and Z bosons and their observation at the CERN collider.

**Model of quarks and QCD:**

SU(3) flavour, mesonic and baryonic structure. SU(N). Quarkonium. The Colour.

**Gauge Theories and the Standard Model:**

Global and local gauge invariance. Yang and Mills theories. Spontaneous symmetry breaking. Electro-weak theory SU(2)xU(1), the Higgs mechanism. GUTs, the Grand Unification.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3 / 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps (7 <sup>ème</sup> ) / Eté (8 <sup>ème</sup> )
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			Cycle master
<i>Préalable requis:</i>	Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II Physique quantique I et II	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation ; Introduction au cours de 3 <sup>ème</sup> cycle		

<b>Titre: PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS I</b>		<b>Title: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS I</b>			
<b>Enseignant: Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire les concepts de base nécessaires pour comprendre les phénomènes non-linéaires et chaotiques. Illustrer ces concepts par de nombreux exemples.

**OBJECTIVE**

Give to the student the necessary tools to understand non-linear and chaotic phenomena. Illustrate the concepts by many examples from mechanics, fluid flows, chemistry, ecological models, electrical and laser systems.

**CONTENU**

- Exemples de systèmes non-linéaires en :** Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.
- Équations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Solutions périodiques et leur stabilité.**
- Bifurcations, noeud-col, sous-harmonique, de Hopf. Hystérèse.**
- Vers le chaos :**
  - Route sous-harmonique. Groupe de renormalisation et universalité
  - Route quasi-périodique
  - Intermittence

**CONTENTS**

- Examples of non-linear systems :** Mechanics, astronomy, fluid dynamics, chemical reactions, ecology, ....
- Differential equations and mappings. Equilibrium points and their stability. Periodic solutions and their stability.**
- Bifurcations. Saddle-node, sub-harmonic, Hopf bifurcation. Hysteresis.**
- Roads to chaos :**
  - Period doubling. Renormalisation group and universality
  - Quasi-periodic scenario
  - Intermittent scenario.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Mécanique, dynamique des fluides	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Mathématiques de la 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> années. Mécanique	
<b>Préparation pour:</b> Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire	

<b>Titre: PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS II</b>		<b>Title: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS II</b>			
<b>Enseignant: Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Caractériser les systèmes chaotiques, les objets fractals et les systèmes complexes. Illustrer les pr dans des systèmes mécaniques classiques et quantiques, par l'exemple des billards.

**OBJECTIVE**

Characterise chaotic systems, fractal and multifractal objects. Illustrate the problems of complex dynamics in classical and quantum mechanical systems, by the examples of billiards.

**CONTENU**

- 1. Diagnostics de chaos**  
Spectre de puissance, fonctions de corrélations, exposants de Liapunov
- 2. Attracteurs étranges**  
Géométrie des ensembles fractals. Multifractales. Approches expérimentales. Analyse des signaux.
- 3. Théorie ergodique**  
Mesure invariante. Systèmes mélangeants. Entropie.
- 4. Exemples d'application**  
(tente, fer à cheval de Smale)
- 5. Billards classiques et théorie de KAM**
- 6. Chaos quantique**

**CONTENTS**

- 1. Diagnosis of chaos**  
Power spectrum. Correlation functions. Liapunov exponents
- 2. Strange attractors and fractal objects**  
Geometry of fractal sets. Multifractals. Experimental methods to analyse chaotic signals.
- 3. Elements of ergodic theory**  
Invariant measure. Mixing systems. Entropy.
- 4. Examples of chaotic maps**  
The tent map and Smale horseshoe
- 5. Classical billiards and KAM theory**
- 6. The problem of quantum chaos**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Le cours du 7e semestre	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b> Travail interdisciplinaire	

<b>Titre: PHYSIQUE DE LA DIFFRACTION ET FORMATION DES IMAGES EN MICROSCOPIE</b>		<b>Title:</b>			
<b>Enseignant: Pierre STADELMANN, Professeur titulaire EPFL/SMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Après avoir suivi ce cours, l'étudiant sera capable d'appliquer les principes de la physique de la diffraction et de la formation des images à l'interprétation des micrographies. Il sera également capable de définir précisément les limitations du transfert de l'information dues aux aberrations de l'optique des microscopes. Finalement, il aura acquis quelques outils mathématiques utilisés dans le traitement des images.

**OBJECTIVE**

After following this course, the student will be able to apply the principles of diffraction physics and image formation to the interpretation of experimental micrographs. He will also be able to define precisely the limitations of information transfer set by the microscope aberrations. Finally, he will have acquired some of the mathematical tools used in image processing

**CONTENU**

Optique de Gauss, lentilles minces et aberrations  
 Transformation de Fourier en 2 dimensions  
 Cohérence et interférence.  
 Théorie scalaire de la diffraction et optique de Fourier.  
 Approximations de Fresnel et de Fraunhofer  
 Diffraction par des objets périodiques.  
 Transfert de l'information en conditions d'illumination cohérente, partiellement cohérente ou incohérente.  
 Contraste de phase.  
 Holographie  
 Analyse d'image : filtrage spatial.  
 Applications : microscopie électronique, microscopie à force atomique et à effet tunnel, microscopie confocale

**CONTENTS**

Gaussian optics, thin lenses and aberrations  
 Fourier transform in 2 dimensions  
 Coherence and interference.  
 Scalar diffraction theory and Fourier optics.  
 Fresnel and Fraunhofer approximations  
 Diffraction gratings.  
 Transfer function under coherent, partially coherent or incoherent illumination  
 Phase contrast.  
 Holography.  
 Image processing: spatial filtering.  
 Applications: transmission electron microscopy, atomic force and scanning tunneling microscopy, confocal microscopy

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Lectures et démonstrations	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> P. Goodman « Introduction to Fourier Optics », G.R. Fowles "Introduction to Modern Optics"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Microscopie électronique	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> TP en microscopie électronique	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS II</b>			<b>Title: PLASMA PHYSICS II</b>		
<b>Enseignant: Ambrogio FASOLI, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Compléter l'introduction à la physique des plasmas donnée en 3ème année en élaborant les bases des phénomènes collisionnels et de transport, les phénomènes collectifs et les ondes dans un plasma à l'aide de la théorie fluide et cinétique, et l'interaction onde-particule, avec exemples d'application dans les plasmas de laboratoire, d'intérêt pour la fusion contrôlée et astrophysiques.

**OBJECTIVE**

To complete the introduction to plasma physics, covering collisional and transport phenomena, collective phenomena and waves, including in hot and magnetized plasmas, using fluid and kinetic theory, and wave-particle interaction. Examples of applications from different plasmas, such as those of interest in laboratory studies and controlled fusion, and in astrophysics, will be discussed.

**CONTENU**

- I Phénomènes collisionnels et de relaxation**
  - Collisions inélastiques : ionisation et recombinaison, degré de ionisation
  - Collisions élastiques : collisions coulombiennes
  - Isotropisation et thermalisation
  - Résistivité et phénomène de 'run-away'
- II Transport dans les plasmas**
  - Parcours aléatoire et diffusion
  - Diffusion ambipolaire et à travers le champ B
  - Confinement d'énergie et particules
- III Les ondes dans un plasma magnétisé froid**
  - Le tenseur diélectrique
  - Résonances et 'cut-offs'
  - Propagation parallèle et perpendiculaire au champ
- IV Interaction onde-particule et description cinétique des ondes dans un plasma non-magnétisé chaud**
  - Le modèle Vlasov-Maxwell
  - Interaction résonnante onde-particule et amortissement de Landau
  - Critère de stabilité et instabilités de faisceau
  - Ondes et instabilités de Langmuir, ioniques-acoustique
  - Exemples d'effets non-linéaires
- V Les ondes dans un plasma magnétisé chaud**

**CONTENTS**

- I Collisional and relaxation phenomena**
  - Inelastic collisions : ionization and recombination, degree of ionization
  - Elastic collisions: Coulomb collisions
  - Isotropisation and thermalisation
  - Plasma resistivity and the runaway regime
- II Transport in plasmas**
  - Random walk and diffusion
  - Ambipolar and cross-field diffusion
  - Energy and particle confinement
- III Waves in cold magnetized plasma**
  - Dielectric tensor
  - Resonances and cut-offs
  - Parallel and perpendicular propagation
- IV Wave-particle interaction and kinetic description of waves in hot un-magnetized plasmas**
  - The Vlasov-Maxwell model
  - Resonant wave-particle interaction and Landau damping
  - Stability criteria and streaming instabilities
  - Langmuir and ion-acoustic waves and instabilities
  - Examples of nonlinear effects
- V Waves in hot magnetized plasmas**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Électrodynamique, Physique des plasmas I.	
<b>Préparation pour:</b> Physique des plasmas III	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS III</b>			<b>Title: PLASMA PHYSICS III</b>		
<b>Enseignant: Jonathan B. LISTER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Etudier quelques plasmas réels dans l'espace et dans l'industrie. Acquérir une vue globale des problèmes physiques et technologiques de la fusion thermonucléaire contrôlée. Etude approfondie du système Tokamak, actuellement la plus avancée des voies explorées.

**OBJECTIVE**

Study some real plasmas in space and in industry. Develop a global view of the physics and technology problems associated with controlled thermonuclear fusion. Study in depth of the Tokamak, currently the most advanced concept.

**CONTENU**

- I Les plasmas industriels**  
Survol des propriétés des plasmas qui sont couramment utilisés dans l'industrie.
- II Principes de la fusion contrôlée**  
Physique nucléaire, types de confinement, bilan énergétique
- III Confinement inertiel**  
Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible
- IV Confinement magnétique**  
Rappel des principes et problèmes du confinement magnétique
- V Le tokamak**  
Son fonctionnement, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales types, les techniques de mesure. Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression). Chauffage par faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes Alfvén.
- VI Le futur**  
La conception des réacteurs basés sur le tokamak, les problèmes technologiques et scientifiques à résoudre

**CONTENTS**

- I Industrial plasmas**  
Properties of plasmas which are of importance in industrial processes.
- II Controlled fusion principles**  
Underlying nuclear physics, confinement schemes, energy balance
- III Inertial confinement**  
Confinement time, energy gain, target compression
- IV Magnetic confinement**  
Principles and difficulties of magnetic confinement
- V The tokamak**  
Construction and operation, present-day experiments, typical properties and measurement techniques  
Experimental and theoretical limits on confinement, plasma current, density and kinetic pressure. Heating by neutral beams, ECRH, ICRH, LHRH, Alfvén waves.
- VI The future**  
Tokamak reactor concepts and problems to be solved. ITER

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, références à la littérature	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS I</b>			<b>Title: PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS I</b>		
<b>Enseignant: Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH René MONOT, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'intention de ce cours est de donner une idée large des phénomènes ayant lieu à la surface et aux interfaces de systèmes matériels. Les techniques expérimentales les plus modernes utilisées dans ce domaine sont introduites.

**OBJECTIVE**

The lecture provides a comprehensive description of physical and chemical phenomena occurring at surfaces and interfaces of solids. The student will be introduced to the modern experimental techniques of surface science.

**CONTENU**

1. Introduction
2. Méthodes expérimentales
  - vide et ultra haut vide
  - spectroscopie électronique
  - spectroscopie vibrationnelle
  - diffraction : électrons, RX, atomes
  - microscopie à champ proche
3. Structure géométrique et dynamique des surfaces
4. Changements de phase à 2 dim.
5. Propriétés électroniques
6. Chimisorption et catalyse hétérogène
7. Croissance épitaxiale, auto-assemblage

**CONTENTS**

1. Introduction
2. Experimental methods
  - vacuum and ultra high vacuum
  - electron spectroscopy
  - vibrational spectroscopy
  - X-ray, electron, and atom diffraction
  - scanning probe microscopies
3. Structure and dynamics of surfaces
4. Phase transitions in two dimensions
5. Electronic properties
6. Chemisorption and heterogeneous catalysis
7. Epitaxial growth and self-organization

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec visites de laboratoires	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> D.P. Woodruff, T.A. Delchar : Modern Techniques of Surface Science, 2 <sup>e</sup> Edition (Cambridge Univ. Press, Cambr. 1994) A. Zangwill : Physics at surfaces; H. Lüth : Surfaces and interfaces of solids; G. Somorjai : Chemistry in two dimensions	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS II</b>		<b>Title: PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS II</b>			
<b>Enseignant: Wolfgang HARBICH, Privat-docent EPFL/PH Klaus KERN, Professeur EPFL/PH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE UNIL.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

I Partie : Concepts de base et méthodes expérimentales en science des agrégats. Propriétés physiques et chimiques des agrégats étant intermédiaire entre atomes isolés et cristallins solides.

II Partie : Sujets en science et technologie à l'échelle nanométrique. Phénomènes d'auto-organisation dans deux dimensions. Concepts pour la fabrication de nanostructures et leur emploi potentiel.

**OBJECTIVE**

Part I : Basic concepts and experimental methods in cluster science. Physical and chemical properties of clusters as the intermediates between single atoms and bulk crystals.

Part II : Topics in nanoscale science and technology. Self-assembly phenomena in two dimensions. Strategies for the fabrication of nanostructures and their potential use.

**CONTENU**

- Configuration géométrique et électronique de clusters à liaisons van der Waals, métallique et covalente
- Propriétés physiques et chimiques des agrégats
- Etude des agrégats aux surfaces
- Auto-organisation moléculaire et architectures supramoléculaire aux surfaces
- Fullerenes (i.e., C<sub>60</sub> etc) et nanotubes de carbon
- Croissance auto-organisée des nanostructures
- Nanocristaux
- Propriétés fonctionelles des matériaux à l'échelle nanométrique

**CONTENTS**

- Geometric and electronic configuration of van der Waals, metallic and covalently bound clusters
- Physical and chemical properties of clusters
- Study of clusters at surfaces
- Molecular self-assembly and supramolecular architectures at surfaces
- Fullerenes (i.e., C<sub>60</sub> etc) and carbon nanotubes
- Self-organized growth of nanostructures at surfaces
- Nanocrystals
- Functional properties of nanoscale materials

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et séminaires présentés par les étudiants dans le cadre des exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	H. Haberland, "Clusters of atoms and molecules I et II", <a href="http://www.nanoscience.ch/">http://www.nanoscience.ch/</a>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle master	
<i>Préalable requis:</i>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES I</b>			<b>Title: ENERGY SYSTEMS PHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH, Daniel FAVRAT, Professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette combinaison des cours (I et II) s'adresse aux étudiants ingénieurs physiciens intéressés par les questions énergétiques. Dans le cours I, une place importante est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, un accent particulier est mis sur les installations thermiques pour la conversion d'énergie primaire en électricité, ainsi que sur les centrales nucléaires.

**CONTENU**

- 1. Introduction générale**  
Besoins élémentaires en énergie de l'être humain et de la société / Demande et offre d'énergie, tendances globales.
- 2. Bases thermodynamiques**  
Définitions / 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> principes de la thermodynamique / Bilans énergétiques et exergétiques / Rendements et efficacités / Cycles thermodynamiques
- 3. Installations thermiques**  
Centrales à vapeur / Turbines à gaz / Cycles combinés / Filières de conversion directe (piles à combustible, magnétohydrodynamique) / Cogénération / Pompes à chaleur
- 4. Centrales nucléaires**  
Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Thermohydraulique du cœur / Variations et contrôle de réactivité / Filières de réacteurs / Considérations du cycle de combustible et systèmes avancés correspondants (surgénérateur, systèmes couplés avec accélérateurs)

**OBJECTIVE**

This combination of courses (I and II) addresses physics students interested in energy-related issues. In course I, importance is given to thermodynamics considerations. At the technological level, thermal installations for the conversion of primary energy to electricity receive particular attention, as do also nuclear power plants.

**CONTENTS**

- 1. General introduction**  
Basic human and societal energy needs / Energy demand and supply, global trends
- 2. Thermodynamics principles**  
Definitions / 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> laws of thermodynamics / Energy and exergy balances / Yields and efficiencies / Thermodynamic cycles
- 3. Thermal installations**  
Steam power plants / Gas turbines / Combined cycles / Direct energy conversion systems (fuel cells, magneto hydrodynamics) / Cogeneration / Heat pumps
- 4. Nuclear power plants**  
Nuclear reactor components / Brief review of reactor physics / Thermalhydraulics of the core / Reactivity changes and control / Principle types of nuclear power plants / Fuel cycle considerations and corresponding advanced systems (fast breeders, accelerator driven systems).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, séminaires, exercices.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés + ouvrages recommandés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Physique des systèmes énergétiques II	

<b>Titre: PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES II</b>		<b>Title: ENERGY SYSTEMS PHYSICS II</b>			
<b>Enseignant: Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH, Pierre-André HALDI, Chargé de cours EPFL/SGC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce deuxième cours est complémentaire au premier. L'accent est mis particulièrement aux énergies renouvelables pour la production d'électricité, aux réserves et ressources énergétiques, ainsi que aux impacts environnementaux et risques sanitaires associés à la production d'énergie. Importance est donnée aussi aux aspects de sécurité et à l'analyse comparative des différents systèmes énergétiques..

**CONTENU**

**1. Energies renouvelables**

Bases d'hydraulique énergétique / Machines hydrauliques et aménagements hydroélectriques / Energie solaire / Centrales héliothermiques et photovoltaïques / Energie éolienne, aérogénérateurs / Biomasse / Autres énergies renouvelables (géothermie, mer, etc.)

**2. Réserves et ressources énergétiques**

Définitions / Energies fossiles / Energie nucléaire / Energies renouvelables.

**3. Impacts environnementaux et risques sanitaires**

Caractéristiques de l'environnement naturel / Emissions de polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, métaux lourds, etc.) / Emissions des gaz à effet de serre / Emissions radioactives (effets biologiques des rayonnements, radioprotection, déchets nucléaires).

**4. Aspects de sécurité**

Considérations génériques (évaluation et gestion des risques) / Sécurité des systèmes de conversion d'énergie (thermique, hydraulique et autres renouvelables) / Sécurité nucléaire (accidents de réactivité et de perte du caloporteur, systèmes à sécurité inhérente).

**5. Analyse comparative des systèmes énergétiques**

Energie et développement durable, critères et scénarios de production

**OBJECTIVE**

The second course is complementary to the first. It lays particular emphasis on renewable energy resources for electricity generation, on available energy reserves, as well as on the environmental impact and health risks associated with energy production. Importance is also given to safety aspects and the comparative analysis of alternative energy systems.

**CONTENTS**

**1. Renewable energy resources**

Principles of hydraulic energy conversion /Hydraulic machines and hydroelectric installations / Solar energy / Solar-thermal and photovoltaic power plants / Wind energy, wind turbines / Biomass / Other renewables (geothermic, ocean, etc.).

**2. Energy reserves**

Definitions / Fossil energies / Nuclear energy / Renewables.

**3. Environmental impact and health risks**

Natural environmental characteristics / Emission of pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, heavy metals, etc.) / Emission of greenhouse gases / Radioactive releases (biological effects of radiation, radiation protection, nuclear wastes).

**4. Safety aspects**

Generic considerations (risk assessment and management) / Safety of energy conversion systems (thermal, hydraulic and other renewables) / Nuclear safety (reactivity initiated accidents and loss of coolant, inherently safe systems).

**5. Comparative analysis of energy systems**

Energy and sustainable development, criteria and scenarios for production

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, séminaire, exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié + ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle master	
<b>Préalable requis:</b>	Physique des systèmes énergétiques I	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<b>Préparation pour:</b>			

<b>Titre: PHYSIQUE DU SOLIDE III</b>			<b>Titre: SOLID STATE PHYSICS III</b>		
<b>Enseignant: Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Discussion des propriétés des solides au-delà de l'approximation des électrons indépendants basée sur la seconde quantification et les diagrammes de Feynman

**CONTENU**

**1. Introduction**

- Rappel de théorie des bandes
- Notions d'isolants de Mott.
- Bref rappels de seconde quantification

**2. Magnétisme**

- Magnétisme atomique
- Modèle de Heisenberg et ondes de spin

**3. Fonctions de réponse**

- Bref rappel de théorie de la réponse linéaire
- Exemples : fonction diélectrique, conductivité, susceptibilité magnétique.

**4. Interaction électron-électron : métaux simples**

- Hartree-Fock, RPA, plasmons, écrantage
- Instabilités

**5. Fonctions de Green**

- Définitions et propriétés de base
- Développement perturbatif (diagramme de Feynman)
- Application : théorie RPA du gaz d'électrons

**OBJECTIVE**

Discussion of the properties of solids beyond the independent electron approximation based on second quantization and Feynman diagrams.

**CONTENTS**

**. Introduction**

- Revision of band theory
- Introduction to Mott insulators.
- Brief revision of second quantization

**2. Magnetism**

- Atomic magnetism
- Heisenberg model and spin waves

**3. Response functions**

- Brief revision of linear response theory
- Examples : dielectric function, conductivity, magnetic susceptibility

**4. Electron-electron interaction: simple metals**

- Hartree-Fock, RPA, plasmons, screening
- Instabilities

**5. Green's functions**

- Definitions and basic properties
- Perturbation expansion (Feynman diagrams)
- Application : RPA theory of the electrons gas

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes dactylographiées distribuées au début du cours C. Kittel, Théorie quantique du solide O. Madelung, Introduction to Solid State Theory	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique, Physique du solide I et II	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE DU SOLIDE IV</b>			<i>Titre:</i> <b>SOLID STATE PHYSICS IV</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Etudes des phénomènes de transport électronique dans les solides : résistivité des métaux simples et supraconductivité

**CONTENU**

**5. Phonons**

- Rappels.
- Interaction électrons-phonons.

**6. Transport**

- Equation de Boltzmann
- Résistivité. Exemple : loi de Bloch-Grüneisen

**7. Supraconductivité**

- Interaction effective aux phonons
- Théorie BCS.
- Modèle de Landau-Ginsburg
- Effet Josephson

**OBJECTIVE**

Transport phenomena in solids : resistivity of simple metals and superconductivity

**CONTENTS**

**5. Phonons**

- Revision.
- Electron-phonon interaction.

**6. Transport**

- Boltzmann equation
- Resistivity. Example : the Bloch-Grüneisen law.

**7. Superconductivity**

- Effective interaction due to phonons.
- BCS theory.
- Landau-Ginsburg Model
- Josephson effect

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes dactylographiées distribuées au début du cours C. Kittel, Théorie quantique du solide O. Madelung, Introduction to Solid State Theory	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide III	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE QUANTIQUE III</b>			<b>Title: QUANTUM PHYSICS III</b>		
<b>Enseignant: Dmitri IVANOV, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours inclut plusieurs notions avancées de mécanique quantique, telles que l'approximation semiclassique, la théorie de la diffusion, et la physique atomique et moléculaire.

**CONTENU**

- L'approximation semiclassique**  
La fonction d'onde semiclassique. Règle de quantification de Bohr-Sommerfeld. Effet tunnel semiclassique.
- Diffusion par un potentiel**  
La section efficace. Le théorème optique. L'approximation de Born. Propriétés analytiques des amplitudes de diffusion
- Atomes et molécules**  
Atomes à deux électrons. Les approximations de Thomas-Fermi et Hartree-Fock. Tableau périodique.
- Mécanique quantique dans un champ magnétique**  
Niveaux de Landau.

**OBJECTIVE**

This course includes several advanced topics in quantum mechanics, such as quasiclassical approximation, scattering theory, and atomic and molecular physics.

**CONTENTS**

- Quasiclassical approximation**  
Quasiclassical wave functions. Bohr-Sommerfeld quantization rule. Quasiclassical tunneling.
- Scattering theory (elastic scattering)**  
Cross sections. The optical theorem. The Born approximation. Analytic properties of the scattering amplitudes.
- Atoms and molecules**  
Two-electron atoms. Thomas-Fermi and Hartree-Fock approximations. The periodic table. Hydrogen molecule. Born-Oppenheimer method.
- Quantum mechanics in a magnetic field**  
Landau levels.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> G.Baym, Lectures on Quantum Mechanics (Benjamin, NY, 1969); L.D.Landau and E.M.Lifshits, Quantum mechanics (Pergamon, Oxford, 1985)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique Quantique I, II	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE QUANTIQUE IV</b>			<b>Title: QUANTUM PHYSICS IV</b>		
<b>Enseignant: Dmitri IVANOV, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours inclut plusieurs notions avancées de mécanique quantique, tels que la quantification par l'intégrale de chemin et l'utilisation des symétries.

**OBJECTIVE**

This course includes several advanced topics in quantum mechanics, such as path integral quantization and use of symmetries.

**CONTENU**

**1. La quantification par l'intégrale de chemin**

L'intégrale de chemin pour l'oscillateur harmonique. Les intégrales de chemin bosoniques et fermioniques. Mécanique quantique en temps imaginaire et physique statistique. Quantification des champs. Champs libres de bosons et fermions. Transformation de Hubbard-Stratonovich pour champs en interaction.

**2. Symétries en mécanique quantique**

Les symétries discrètes et continues. Introduction à la théorie des représentations.

**CONTENTS**

**1. Path-integral quantization**

Path-integral quantization of the harmonic oscillator. Bosonic and fermionic path integrals. Quantum mechanics in imaginary time and statistical mechanics. Quantization of fields. Free bosonic and fermionic fields. Hubbard-Stratonovich transformation for interacting fields.

**2. Symmetries in quantum mechanics**

Discrete and continuous symmetry groups. Introduction to representation theory.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fournis au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Physique quantique I, II, III	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE STATISTIQUE III</b>			<i>Title:</i> <b>STATISTICAL PHYSICS III</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Philippe A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les changements d'état de la matière et les phénomènes critiques sont couramment observés dans la physique de la matière condensée. Le but du cours est de familiariser l'étudiant à la théorie phénoménologique et microscopique des transitions de phase.

**OBJECTIVE**

Phase transitions and critical phenomena are frequently observed in condensed matter systems. The aim of the course is to introduce the student to the phenomenological and microscopic theory of phase transitions.

**CONTENU**

- Exemples de changements de phase et phénomènes critiques, ferromagnétisme, liquéfaction, cristallisation, etc... Notion de paramètre d'ordre, symétrie brisée, ordre à grande distance.
- Description thermodynamique, exposants critiques. Théorie du champ moyen et de Ginzburg-Landau, fluctuations critiques.
- Introduction au groupe de renormalisation.
- Ferromagnétisme, modèle d'Ising à 1 et 2 dimensions
- Condensats de Bose atomiques.
- Éléments de supraconductivité et de superfluidité.

**CONTENTS**

- Examples of phase transitions and critical phenomena: ferromagnetism, liquid-gas transition, solidification, ... Concept of order parameter, symmetry breaking and long range order.
- Thermodynamical description, critical exponents. Mean field and Ginzburg-Landau theory, critical fluctuations.
- Introduction to renormalisation group.
- Ferromagnetism, one and two dimensional Ising models.
- Atomic Bose condensates.
- Notions of supraconductivity and superfluidity.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<i>Préalable requis:</i> Physique statistique I et Mécanique quantique I, II	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Cours à option en physique de la matière condensée, physique théorique, orientations interdisciplinaires	

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE IV</b>			<b>Titre: STATISTICAL PHYSICS IV</b>		
<b>Enseignant: Vincenzo SAVONA, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est d'introduire les méthodes de base pour le traitement des systèmes hors de l'équilibre thermodynamique, en particulier des phénomènes de transport. Les formalismes seront illustrés par des applications au problème de la conduction électronique dans les solides, qui sera développée selon un schéma historique, à partir de la théorie de Drude jusqu'aux effets d'interférence quantique et à la théorie d'Anderson.

**OBJECTIVE**

This course aims at providing the basic tools for the theoretical description of systems out of the thermodynamic equilibrium, particularly the transport phenomena. The derivation of the different formalisms will be followed by applications to the problem of electronic conduction in solids, following an historical path starting with Drude theory up to quantum-interference effects and the Anderson theory.

**CONTENU**

- 1. Introduction**
  - Considérations générales sur les processus stochastiques.
  - Processus de Markov
  - Exemple : la théorie semiclassique de Drude-Sommerfeld de la conductivité électrique
- 2. Processus de Markov diffusifs**
  - Equation de Fokker-Planck
  - Equation de Langevin
  - Application à la conductivité : dérivation du modèle de Drude
- 3. Equation de Boltzmann**
  - Formulation générale et dérivation
  - Extension aux statistiques quantiques
  - Application à la conductivité : extension du modèle semi classique
- 4. Modèle de Anderson**
  - Effets d'interférence quantique : localisation dans un potentiel désordonné
  - Le « seuil de mobilité » et la transition métal-isolant
  - La théorie d'échelle de la conductivité

**CONTENTS**

- 1. Introduction**
  - General considerations on stochastic processes.
  - Markov processes
  - Example: the Drude-Sommerfeld semiclassical theory of electrical conductivity
- 2. Diffusive Markov processes**
  - Fokker-Planck equation
  - Langevin equation
  - Application to the conductivity: derivation of the Drude model.
- 3. Boltzmann equation**
  - General formulation and derivation
  - Extension to quantum statistics
  - Application to the conductivity: extension of the semiclassical model
- 4. Anderson model**
  - Quantum-interference effects: localization in a disordered potential
  - The "mobility edge" and the metal-insulator transition
  - The scaling theory of conductivity

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fournie au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été Cycle master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Physique statistique de 3ème année	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE DES BIOMACROMOLÉCULES</b>			<b>Titre: STATISTICAL PHYSICS OF BIOMACROMOLECULES</b>		
<b>Enseignant: Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à l'utilisation des idées et méthodes de la physique théorique dans l'étude de polymères et bio polymères.

**OBJECTIVE**

Introduction to the application of the notions and methods of theoretical physics to problems in biology.

**CONTENU**

1. Théorie de la marche aléatoire : mouvement brownien ; équations continues ; diffusion.
2. Introduction à la théorie des polymères : polymères en continu et sur réseau ; propriétés statistiques; résultats exacts, numériques et approximations ; longueur de corrélation ; volume exact.
3. Polymères interagissants : expériences et modèles ; solutions analytiques et numériques des modèles ; diagramme de phase.
4. Protéines : rôle en biologie ; composantes de base ; résultats expérimentaux ; modèles ; résultats analytiques et numériques.

**CONTENTS**

1. Theory of random walks: Brownian motion; continuous equations; diffusion.
2. Introduction to polymer theory: on and off-lattice polymers; statistical properties; exact, numerical and approximate results; correlation length; self-avoidance.
3. Interacting polymers: experiments and models; analytical and numerical solutions of the models; phase diagram.
4. Proteins: their role in biology; basic components; experimental results; models; analytical and numerical results.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Photocopies	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cyce master
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Cours de physique statistique	
<b>Préparation pour:</b>	

<i>Titre:</i> <b>RELATIVITE ET COSMOLOGIE I</b>		<i>Titre:</i> <b>RELATIVITY AND COSMOLOGY I</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Exposer la théorie de la relativité générale d'Einstein et ses test principaux.

**CONTENU**

**Relativité restreinte :**

Transformation de Lorentz. Tenseur d'impulsion-énergie.

**Relativité générale :**

Principe d'équivalence.

Analyse tensorielle et physique dans un espace-temps courbe.

Equation d'Einstein et

solution de Swartzchild.

Tests classiques de la théorie d'Einstein.

**OBJECTIVE**

Introduce the students to general relativity and its classical tests.

**CONTENTS**

**Special Relativity:**

Lorentz transformation Energy-momentum tensor.

**General relativity:**

Equivalence principle.

Tensor analysis and physics in curved space-time.

Einstein's equation.

Swartzchild solution.

Classical tests of Einstein's theory.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	S. Weinberg « Gravitation and Cosmology » (Wiley) R. D'Inverno « Introducing Einstein's relativity » (Oxford Univ. Press)	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Physique générale Phys. Math II	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Phys. Math II		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: RELATIVITE ET COSMOLOGIE II</b>			<b>Title: RELATIVITY AND COSMOLOGY II</b>		
<b>Enseignant: Mikhail CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Initier les étudiants à la cosmologie moderne.

**OBJECTIVE**

To introduce to the students basic notions of modern cosmology

**CONTENU**

- Notion de base sur l'Univers
- Décalage vers le rouge et la loi de Hubble
- Espaces homogènes et isotropes. Métrique de Friedman-Robertson-Walker
- Equations de Friedman
- Univers ouvert, fermé et plat.
- Univers dominé par le rayonnement/la matière.
- Constante cosmologique et l'expansion accélérée de l'Univers.
- Processus physiques dans l'Univers primordial et le rayonnement cosmique fossile.
- Cosmologie inflationniste.

**CONTENTS**

- Basic facts about the Universe
- Red shift and Hubble expansion
- Homogeneous spaces and Friedman-Robertson-Walker metric
- Open, closed and spatially flat universe
- Matter dominated and radiation dominated Universe
- Cosmological constant and accelerated universe expansion
- Physical processes in the early Universe and the cosmic microwave background radiation
- Inflationary cosmology

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT:** Cours et exercices

**BIBLIOGRAPHIE:** Ouvrages recommandés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:**

*Préalable requis:* Electrodynamique, Relativité et cosmologie I, et Champs quantiques relativistes I

*Préparation pour:* Physique théorique, Cosmologie

**NOMBRE DE CRÉDITS** 3

**SESSION D'EXAMEN** Eté  
Cycle master

**FORME DU CONTRÔLE :** Examen oral

<b>Titre: SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES I</b>			<b>Title: COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS I</b>		
<b>Enseignant: Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique.

**CONTENU**

- **Variables aléatoires** : définitions et propriétés, générateurs et fonctions de distribution, théorème de la limite centrale
- **Marche au hasard** : distributions binomiale et normale, diffusion de particules, mouvement brownien
- **Agrégation limitée par diffusion** : description du modèle, dimension fractale, rupture diélectrique
- **Intégration par la méthode de Monte Carlo** : méthode élémentaire, échantillonnage suivant l'importance, algorithme de Metropolis
- **Minimisation de fonctions à plusieurs variables** : méthode du gradient à descente maximale, méthode du gradient conjugué
- **Simulations Monte Carlo** : expérimentations utilisant la méthode variationnelle, transformation en un problème de diffusion, application à des systèmes quantiques simples
- **Exemples d'expérimentation numérique en mécanique statistique**

**OBJECTIVE**

To provide the student with basic methods of the computer simulation of physical systems.

**CONTENTS**

- **Random variables**: definitions and properties, generators and distribution functions, central-limit theorem.
- **Random walks**: binomial and gaussian distributions, particle diffusion, Brownian motion
- **Diffusion-limited aggregation**: description of the model, fractal dimension, dielectric breakdown
- **Monte Carlo integration**: direct sampling, importance sampling, Metropolis algorithm
- **Minimization in multidimensions**: steepest-descent and conjugate-gradient methods
- **Monte Carlo simulations**: variational and diffusion Monte Carlo methods, application to simple quantum systems
- **Examples of computer simulations in statistical mechanics**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Physique quantique, Physique statistique.	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II</b>		<b>Title: COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS II</b>			
<b>Enseignant: Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique de la matière condensée.

**OBJECTIVE**

To provide the student with basic methods of computational condensed-matter physics.

**CONTENU**

- **Equations différentielles ordinaires :** algorithmes d'intégration numérique, algorithme de Verlet, procédés prédicteur-correcteur.
- **Dynamique moléculaire classique:** algorithmes symplectiques, détermination de quantités macroscopiques, méthode du recuit simulé, thermostat de Nosé-Hoover, contraintes, sommations d'Ewald, applications.
- **Problèmes avec conditions au bord et aux valeurs propres :** méthode d'intégration de Numerov, solution de l'équation de Poisson radiale et de l'équation de Schrödinger unidimensionnelle.
- **Théorie de la fonctionnelle de densité :** théorème de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximation de la densité locale.
- **Calculs à partir de principes premiers :** solutions autocohérentes pour atomes isolés ; solutions autocohérentes pour systèmes périodiques, bases d'ondes planes, pseudopotentiels, transformé de Fourier rapide ; applications aux atomes, clusters, solides, réaction chimiques.
- **Dynamique moléculaire ab-initio :** méthode de Car-Parrinello et applications.

**CONTENTS**

- **Ordinary differential equations:** numerical integration algorithms, Verlet algorithm, predictor-corrector methods.
- **Classical molecular dynamics:** symplectic algorithms, determination of macroscopic parameters, simulated annealing, Nosé-Hoover thermostat, constraints, Ewald summations, applications.
- **Boundary and eigenvalue problems:** Numerov's integration algorithm, solution of the radial Poisson equation and of the one-dimensional Schrödinger equation.
- **Density-functional theory:** Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local-density approximation.
- **First-principles calculations:** selfconsistent solutions for isolated atoms; selfconsistent solution for periodic systems, plane-wave basis sets, pseudopotentials, fast Fourier transforms; applications to atoms, clusters, solids, surfaces, chemical reactions.
- **Ab initio molecular dynamics:** Car-Parrinello method and applications.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<b>Préalable requis:</b> Physique quantique	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: RÉSEAUX DE NEURONES ET MODÉLISATION BIOLOGIQUE</b>		<b>Title: NEURAL NETWORKS AND BIOLOGICAL MODELING</b>			
<b>Enseignant: Wulfram GERSTNER, Professeur EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MATHÉMATIQUES .....	6/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
ELECTRICITÉ .....	6/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Les réseaux de neurones sont une classe de modèles de traitement d'information inspirée par la biologie du cerveau. Ce domaine interdisciplinaire a attiré beaucoup d'intérêt parmi des mathématiciens, physiciens, informaticiens et biologistes. Le cours introduit les réseaux de neurones comme modèle du système nerveux. Il couvre la modélisation d'un neurone isolé, les groupes de neurones ainsi que les phénomènes d'apprentissage et d'adaptation.

**CONTENU**

1. Introduction (le cerveau comparé à l'ordinateur; les neurones; le problème de codage)
- I. Modèles de neurones isolés**
2. Modèles ioniques (modèle de Hodgkin et Huxley)
3. Modèles en 2 dimensions (modèle de Fitzhugh-Nagumo, analyse en espace de phase)
4. Modèles impulsionnels d'un neurone (modèle "integrate-and-fire, spike response model")
5. Bruit et variabilité dans des modèles impulsionnels (processus ponctuel, renewal process, résonance stochast.)
- II. Neurones connectés**
6. Groupes de neurones (activité d'une population, état asynchrone, oscillations)
7. Transmission des signaux par des populations (linéarisation de la dynamique, analyse signal et bruit)
8. Oscillations
9. Réseaux spatiaux continus
- III. Synapses et la base d'apprentissage**
10. La règle de Hebb (Long-term-potential et formul math.)
11. Analyse en composantes principales (apprentissage non-supervisé, règle de Oja)
12. Applications au système visuel et auditif (développement des champs récepteurs, localisation des sources sonores)
13. La mémoire associative (le modèle de Hopfield, relation au modèle de ferromagnétisme)

**OBJECTIVE**

Neural networks are a fascinating interdisciplinary field where physicists, biologists, and computer scientists work together in order to better understand the information processing in biology (visual system, auditory system, associative memory). In this course, mathematical models of biological neural networks are presented and analyzed.

**CONTENTS**

1. Introduction (brain vs computer; neurons and neuronal connections; the problem of neural coding)
- I. Models of single neurons**
2. Models on the level of ion current (Hodgkin-Huxley model)
3. Two-dimensional models and phase space analysis (Fitzhugh-Nagumo and Morris LeCar model)
4. Spiking neurons (integrate-and-fire and spike response model)
5. Noise and variability (point processes, renewal process, stochastic resonance)
- II. Networks**
6. Population dynamics (cortical organisation, population activity, asynchronous states)
7. Signal transmission by populations of neurons (linearized equations, signal transfer function)
8. Oscillations
9. Continuous field models
- III. Synapses and learning**
10. The Hebb rule and correlation based learning (long-term potentiation, spike-based and rate-based learning)
11. Principal Component Analysis (unsupervised learning, Oja's rule, normalization)
12. Applications: Visual and Auditory System (development of receptive fields, sound source localization)
13. Associative memory (Hopfield model; relation to ferromagnetic systems)

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Dayan & Abbott : Theoretical Neuroscience, MIT Press 2001 ; Gerstner & Kistler : Spiking Neuronmodels, Cambridge Univ. Press	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle master
<i>Préalable requis:</i>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

# CATALOGUE DES COURS

OPTIONS AUTRES FACULTÉS

2004/2005

<b>Titre: ÉCOULEMENTS BIPHASIQUES ET TRANSFERT DE CHALEUR</b>			<b>Title: TWO-PHASE FLOWS AND HEAT TRANSFER</b>		
<b>Enseignant: John R. THOME, Professeur EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SCIENCE & GÉNIE MÉCANIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une introduction aux régimes d'écoulement biphasé (gaz, liquide et vapeur liquide) et transfert de chaleur avec changement de phase (condensation et évaporation).

**OBJECTIVE**

The course is an introduction to two-phase flows (gas-liquid and vapor-liquid) and heat transfer with a phase change (condensation and evaporation).

**CONTENU**

1. Introduction aux régimes d'écoulement biphasé (annulaire, brouillard, à bulle, stratifié, etc...).
2. Cartes de régimes d'écoulement et théorie de transition.
3. Modèle d'écoulement homogène et hétérogène.
4. Condensation en films (Equation de Nusselt, modèles de faisceau de tubes, condensation sur surfaces améliorées).
5. Condensation en écoulement (effet de régimes d'écoulement, différents modèles et méthodes de calcul des écoulements dans des tubes lisses et améliorés).
6. Ébullition en vase (nucléarisation, dynamique des bulles, ébullition nucléée, modèle de flux de chaleur critique, vaporisation en films).
7. Évaporation en écoulement (modèles de transfert de chaleur, méthode de dimensionnement pour l'évaporation à l'intérieur et à l'extérieur des faisceaux des tubes).
8. Transfert de chaleur et de masse combinés en processus de changement de phase (condensation en présence de gaz non-condensable, évaporation de mélanges).

**CONTENTS**

1. Introduction to Two-Phase Flow Patterns (annular, mist, bubbly, stratified, etc).
2. Two-Phase Flow Pattern Maps and Transition Theory.
3. Homogeneous and Heterogeneous Flow Models.
4. Film Condensation (Nusselt equation, multitube models, condensation on enhanced fin geometries).
5. Convective Condensation (flow pattern effects, various models and methods for plain and internally enhanced channels).
6. Fundamentals of Pool Boiling (Nucleation, bubble dynamics, nucleate boiling, peak heat flux models, film boiling).
7. Convective boiling (heat transfer models and design methods for evaporation inside tubes and outside tube bundles).
8. Combined Heat and Mass Transfer in Phase Change Processes (condensation in presence of non-condensable gas and evaporation of mixtures).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Transfert de chaleur et de masse	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: INSTABILITÉ ET TURBULENCE</b>			<b>Title: INSTABILITY AND TURBULENCE</b>		
<b>Enseignant: Emmanuel LERICHE, Chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE. ....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Développer la compréhension des phénomènes complexes de déstabilisation d'écoulements laminaires, de transition et d'écoulements turbulents. Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants :

**CONTENU**

**I. Stabilité des écoulements :**

Principes de la théorie de stabilité des écoulements laminaires: méthodes des petites perturbations, formulation mathématique, problème aux valeurs propres, équation de Orr-Sommerfeld. Applications aux couches limites sur une plaque plane : ondes de Tollmien, résultats expérimentaux. Effets du gradient de pression. Effet de l'aspiration sur la couche limite. Effets dus au transfert de chaleur et à la compressibilité. Perturbations tridimensionnelles. Transition laminaire-turbulent des écoulements : dans une conduite, couche limite. Influence de la rugosité sur la transition.

**II. Modélisation de la turbulence :**

Echelles de turbulence et la cascade d'énergie de Kolmogorov. Décomposition de Reynolds d'écoulements turbulents : champ moyen et fluctuant, contraintes turbulentes, couches limites turbulentes. Modèle de la longueur de mélange. Profil logarithmique de vitesse. Modèle à une équation. Modèle à deux équations : k-ε linéaire et non-linéaire. Simulation des grandes échelles.

**OBJECTIVE**

Developing an understanding of the complex phenomena leading to the destabilization of laminar flows, transition and turbulent flows. The course and the projects will address topics chosen among the following list :

**CONTENTS**

**I. Flow stability:**

Principles of laminar flow stability theory: method of the small perturbations, mathematical formulation, the eigenvalue problem. Orr-Sommerfeld equation. Application to the boundary layer on a flat plate : Tollmien's waves, experimental results. Effects of the pressure gradient. Effect of boundary layer suction. Effects due to heat transfer and compressibility. Three-dimensional perturbations. Laminar turbulent transition of laminar flow: flow in a conduit, boundary layer. Influence of roughness on the transition.

**II. Modelling of turbulence:**

Turbulence scales and Kolmogorov's energy cascade. Reynolds decomposition of turbulent flows : mean and fluctuating field, turbulent stresses, turbulent boundary layers. The mixing length model. Logarithmic velocity profile. One-equation model. Two-equations models: linear and non-linear k-ε. Large eddy simulation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Littérature courante	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique des fluides incompressibles, Mécanique des milieux continus		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: MÉCANIQUE DES FLUIDES COMPRESSIBLES</b>			<b>Title: COMPRESSIBLE-FLUID DYNAMICS</b>		
<b>Enseignant: Alain DROTZ, Chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes des écoulements compressibles.

**CONTENU**

- **Equation d'énergie (avec rappel de thermodynamique)**  
Cas particulier et cas général. Formes différentielles et formes intégrales. Ecoulement idéal et adiabatique. Ecoulements compressibles.
- **Ecoulement monodimensionnel, stationnaire et idéal :**  
Vitesse du son. Constante de l'équation d'énergie. Onde de choc normal. Tuyère Laval. Mesures de pression et de vitesse dans un écoulement supersonique.
- **Equations de base d'un écoulement bi-tridimensionnel, idéal et stationnaire:** Equations générales de la dynamique des gaz. Ecoulement irrotationnel. Ecoulement rotationnel.
- **Théorie des faibles perturbations** Equations de perturbation pour un écoulement parallèle et homogène. Ecoulement subsonique et supersonique. Profils subsonique et supersonique. Coefficients de portance et de traînée.
- **Ondes dans un écoulement supersonique :** Onde de choc oblique Expansion et compression isentropiques : expansion autour d'un dièdre, lignes de courant dans une expansion continue.
- **Caractéristiques dans un écoulement bidimensionnel :** Transformations des équations de base. Méthode de calcul des caractéristiques. Exemples : écoulement supersonique dans une conduite bidimensionnelle. Onde de choc dans un écoulement supersonique bidimensionnel. Approximations pour de petites déviations.

**OBJECTIVE**

To be able to apply the fundamental laws to the problems of compressible flows.

**CONTENTS**

- **Equation of energy (with review of thermodynamics):**  
Particular case and general case. Integral and differential forms. Ideal and adiabatic flows. Compressible flows.
- **Stationary and ideal one-dimensional flow:** Sonic speed. Constant of the equation of energy. Normal shock wave. Laval's nozzle. Pressure measurement in a supersonic flow.
- **Basic equations of an perfect and stationary two- and three-dimensional flow:** General equations of gas dynamics. Irrotational flow. Rotational flow.
- **Theory of the weak perturbations:** Linearized description of potential flow for a parallel and homogeneous flow. Sub- and supersonic flows. Subsonic and supersonic profiles. Pressure, lift and drag coefficients.
- **Waves in a supersonic flow:** Oblique shock wave Isentropic expansion and compression. Examples: expansion around a corner, streamlines in a continuous expansion.
- **Characteristics in a two-dimensional flow:** Transformations of the basic equations. Method of calculation of the characteristics. Example: supersonic flow in a two-dimensional conduct. Shock wave in a two-dimensional supersonic flow. Approximation for weak deviations..

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra + exercices WEB + laboratoires WEB	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Dynamique des fluides, I.L. Ryhming, PPUR, WEB	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique des fluides incompressibles; Thermodynamique.		
<i>Préparation pour:</i>	Cours et projets de 4 <sup>ème</sup> année		

<b>Titre: MÉCANIQUE DES SOLIDES</b>			<b>Title: SOLID MECHANICS</b>		
<b>Enseignant: Alain CURNIER, Professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 3</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Etendre des petites aux grandes transformations les principes généraux de la cinématique, de la dynamique et de l'énergétique qui régissent le mouvement des corps solides continus déformables et les lois catégorielles de l'élasticité, de la viscosité et de la plasticité qui décrivent le comportement des matériaux solides déformables.

**CONTENU**

- Principes généraux de la mécanique des corps solides déformables**
  - Cinématique (géométrie) des grandes transformations
  - Dynamique (statique) en grandes transformations
  - Énergétique (travail) des grandes transformations
- Lois catégorielles de comportement des matériaux solides déformables**
  - Introduction aux lois de comportement
  - Homogénéité et isotropie
  - Élasticité nonlinéaire en grandes déformations
  - Viscosité nonlinéaire en grands taux de déformations \*
  - Plasticité en moyennes déformations \*

Les compléments d'algèbre et d'analyse vectorielle et tensorielle nécessaires sont rappelés aux endroits opportuns.

\* Simple introduction. Pour un approfondissement, suivre le cours « Viscoélasticité et élastoplasticité »

**OBJECTIVE**

Extend from small to large transformations the general principles of kinematics, dynamics and energetics which govern the motion of continuum deformable solid bodies and the particular laws of elasticity, viscosity and plasticity which describe the behaviour of deformable solid materials.

**CONTENTS**

- General principles of the mechanics of deformable solid bodies**
  - Large transformations kinematics (geometry)
  - Large transformations dynamics (statics)
  - Large transformations energetics (work)
- Particular laws of the behaviour of deformable solid materials**
  - Introduction to constitutive laws
  - Homogeneity and isotropy
  - Nonlinear elasticity at large strain
  - Nonlinear viscosity at large strain rates \*
  - Plasticity at moderate strains \*

The necessary complements of vector and tensor algebra and analysis are reviewed where the need arises.

\* Mere introduction. For a thorough treatment, take the course « Viscoelasticity and elastoplasticity »

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<b>Préalable requis:</b> Mécanique des milieux continus, Mécanique des structures	
<b>Préparation pour:</b> Mécanique numérique des solides et des structures, Mécanique des matériaux composites, Biomécanique, Viscoélasticité et élastoplasticité	

<b>Titre: MODÉLISATION ET OPTIMISATION DE SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES</b>			<b>Title: MODELLING AND OPTIMISATION OF ENERGY SYSTEMS</b>		
<b>Enseignant: François MARECHAL, Chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
GÉNIE MÉCANIQUE .....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner à l'étudiant une formation en ingénierie des systèmes énergétiques assistée par ordinateur lui permettant d'aborder les différents problèmes de modélisation et d'optimisation qui se posent lorsque l'on désire analyser ou optimiser les performances des systèmes énergétiques. A la fin du cours, les étudiants auront acquis une méthodologie de résolution des problèmes d'optimisation leur permettant de poser les problèmes, de choisir la méthode de résolution, de les résoudre et d'en exploiter les résultats.

**CONTENU**

- Définition des concepts de base de la modélisation des systèmes énergétiques : variables d'états, bilans de matière et de chaleur, paramètres de modélisation, spécifications, contraintes d'inégalité, critères et fonction objectif;
- Modélisation des unités d'un système énergétique : vanne, mélangeur, échangeurs de chaleur, turbine, compresseur, combustion, techniques de séparation et de purification,...;
- Modélisation d'un système : flowsheets, analyse des degrés de liberté ;
- Stratégies de résolution : séquentielle ou simultanée, choix de la méthode de résolution
- Méthodologie d'optimisation de performances des procédés industriels : réconciliation des mesures d'un procédé, identification paramétrique et performances, optimisation de l'opération d'un procédé, analyse des investissements, optimisation thermo-économique et environnomic (critères environnementaux et de développement durable), prise en compte de la fiabilité, analyse de sensibilité et rapport.

**OBJECTIVE**

To master the basics of Computer Aided Process Engineering to tackle the problems of energy systems modeling and optimisation to analyse and improve the energy systems performances. The students will acquire a methodology to state the problem, identify the solving procedure, solve the problem and exploit the generated results.

**CONTENTS**

- Definition of the basic system modelling concepts : state variables, heat and mass balances, simulation parameters, specifications, inequalities, objective functions;
- Energy system equipments modeling : valves, exchangers, turbines, compressors, combustion, separation and purifications,...;
- System models : flowsheets, degrees of freedom;
- Solving procedure : sequential or simultaneous, selection of the solving method;
- Methodology of the process performances optimisation : data reconciliation, parameters and performances identification, process operation optimisation, investment analysis, thermo-economic and environnomic optimisation, fiability issues, sensitivity analysis and reporting

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Le cours ex-cathédra (14h) servira de support à la résolution sur ordinateur d'un problème pratique résolu en groupe (par exemple : optimisation d'un système de production combinée d'un procédé industriel).	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Thermodynamique et énergétique, Energétique I, Transfert de chaleur et de masse, cours de mathématiques de base, Algèbre linéaire, Analyse numérique, Optimisation A et B	Le rapport de résolution du problème sera noté et utilisé comme support pour l'examen oral	
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: TRANSFERT CHALEUR ET MASSE</b>				<b>Title: HEAT AND MASS TRANSFER</b>	
<b>Enseignant: John R. THOME, Professeur EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE. ....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner les bases fondamentales des principes du transfert de chaleur par convection, conduction, radiation et transfert de masse, et les méthodes de dimensionnement des échangeurs thermiques.

**OBJECTIVE**

Provide a fundamental understanding of the principles of heat transfer due to convection, conduction, radiation and mass transfer, and the principles of thermal design of heat exchangers.

**CONTENU**

1. Introduction aux modes de transfert de chaleur. Conduction, convection, rayonnement.
2. Conduction thermique stationnaire unidimensionnelle et bidimensionnelle.
3. Conduction thermique transitoire.
4. Convection thermique pour écoulement externe.
5. Convection thermique pour écoulement interne.
6. Convection naturelle.
7. Rayonnement : corps noirs, corps gris, écrans, facteurs des formes et des surfaces, corps colorés rayonnement solaire et infrarouge, effet de serre.
8. Echangeurs de chaleur : Type d'échangeurs de chaleur, efficacité, méthodes de dimensionnement.
9. Transfert de chaleur et changement de phase : Evaporation et condensation.
10. Transfert de masse dans les mélanges binaires.

**CONTENTS**

1. Introduction, to types of heat transfer. Conduction, radiation, convection..
2. One-dimensional, and two dimensional steady state, conductive heat transfer.
3. Transient conductive heat transfer.
4. Convective heat transfer for external flows.
5. Convective heat transfer for internal flows.
6. Natural convection.
7. Radiation : black bodies, grey bodies, screens, form factors of surfaces, coloured bodies, solar and infra-red radiation, greenhouse effect.
8. Heat exchangers : Types of best heat exchangers, efficiency, thermal design methods.
9. Heat transfer with phase change : Evaporation and Condensation.
10. Mass transfer in binary mixtures.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5 <sup>th</sup> Edition, Incropera and Dewitt, Wiley and Sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Thermodynamique et Energétique	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides incompressibles	Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Ecoulements diphasiques et transfert de chaleur	

<b>Titre: VISCOÉLASTICITÉ ET ÉLASTOPLASTICITÉ</b>			<b>Title: VISCOELASTICITY AND ELASTOPLASTICITY</b>		
<b>Enseignant: Alain CURNIER, Professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE MÉCANIQUE. ....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
<b>cours biennal donné.....</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
<b>en 2004/05.....</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Élargir ses connaissances en rhéologie des matériaux solides, par l'étude des propriétés de viscosité et plasticité, en complément de l'élasticité de base, pour déboucher sur la viscoélasticité et l'élastoplasticité.

**CONTENU**

1. **Introduction**

- Notion de viscosité et plasticité des matériaux solides, importance dans certaines applications.
- Notations. Rappels de rhéologie des matériaux.

2. **Viscoélasticité**

- Phénomènes de fluage, relaxation et déphasage. Modèles viscoélastiques scalaires: parallèle, série et mixte, modèles généralisés à spectre continu, formulations différentielle et fonctionnelle, dissipation visqueuse.
- Lois viscoélastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de viscosité et viscoélasticité linéaire isotrope. Couplages en grandes déformations.
- Problème aux limites, théorème de correspondance.
- Illustrations (traction, torsion, flexion) et applications.

3. **Elastoplasticité**

- Phénomènes de plastification et d'écrouissage. Modèle élastoplastique scalaire série, dissipation plastique. Formulation moderne avec les outils de l'analyse convexe non différentiable.
- Lois élastoplastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de plasticité et élastoplasticité. Grandes déformations plastiques.
- Problème aux limites incrémental, projection implicite sur le critère de plasticité.
- Illustrations et applications.
- Analyse limite : bornes cinématique et statique.

**OBJECTIVE**

Broaden one's knowledge in rheology of materials by studying the properties of viscosity and plasticity in complement of elasticity, to arrive at viscoelasticity and elastoplasticity.

**CONTENTS**

1. **Introduction**

- Notion of viscosity and plasticity of solid materials, importance in given applications..
- Notations. Review of material rheology.

2. **Viscoelasticity**

- Creep, relaxation and phase shift. Scalar viscoelastic models: parallel, series and mixed, generalised models with continuous spectrum, differential and integral formulations, viscous dissipation.
- Tensorial viscoelastic laws, dissipation potential, linear isotropic viscosity and viscoelasticity tensors. Couplings due to large strains.
- Boundary value problem, correspondence theorem.
- Illustrations (tension, torsion, bending) and applications.

3. **Elastoplasticity**

- Plasticity, hardening and softening phenomena. Scalar elastoplastic series model, plastic dissipation. Modern formulation with the tools of nonsmooth convex analysis.
- Tensorial elastoplastic laws, dissipation potential, plasticity and elastoplasticity tensors. Large plastic strains.
- Incremental boundary value problem, implicit projection on yield surface.
- Illustrations and applications.
- Limit analysis : upper and lower bound theorems.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes de cours, références	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen écrit
<b>Préalable requis:</b> Mécanique des solides	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: CAPTEURS ET MICROSYSTÈMES I, II</b>		<b>Title: SENSORS AND MICROSYSTEMS I, II</b>			
<b>Enseignant: Philippe RENAUD, Professeur EPFL/SMT</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28/28</b>
MICROTECHNIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MICROTECHNIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2 / 2</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre les principes physiques utilisés dans les capteurs et les microsystèmes. Vue générale des différents principes de transduction et de l'électronique associée.  
Montrer des exemples d'application.

**OBJECTIVE**

To get a basic understanding of physical principles which can be used in sensors. Overview of the main applications by selected examples.  
Introduction to Microsystems.

**CONTENU**

**Caractéristiques métrologiques de transducteurs**

Capteurs mécaniques : jauges de contrainte, piézorésistances. Applications : force, pression.

Capteurs thermiques : résistance, thermocouples, semi-conducteurs, thermopile. Applications : température, rayonnement IR, anémométrie, débit.

Capteurs capacitifs : Conditionneur de signal capacitif. Exemples d'applications : proximité, position, pression, accélération, microphone.

Capteurs inductifs : LVDT, réluctance variable, proximité.

Capteurs magnétiques : Effet Hall, magnétostriction, magnétorésistance.

Capteurs piézoélectriques : Matériaux, effet piézoélectrique, conditionneurs de signal. Applications : accélération, microphone, capteurs pyroélectriques.

Capteurs résonnants : Principe, interfacement, oscillateurs à quartz. Applications: force, pression, température, micro-balances, gyroscopes, débit.

Capteurs chimiques : catalytiques, conductance, électrochimiques.

Capteurs optiques : Vue d'ensemble. Applications : encodeurs, optiques intégrées.

**CONTENTS**

**Metrological characteristics of transducers**

Mechanical sensors: strain gages, piezoresistance. Applications: force, pressure.

Thermal sensors: resistance, thermocouples, semiconductor, thermopile. Applications: temperature, IR radiation, anamometry, mass flow.

Capacitive sensors: Capacitive readout interfaces. Applications: proximity, position, pressure, acceleration, microphone.

Inductive sensors: LVDT, variable reluctance, proximity.

Magnetic sensors: Hall, magnetostrictive, magnetoresistive.

Piezoelectric sensors: Materials, piezoelectric effect, readout interfaces. Applications examples: acceleration, microphone, pyroelectric sensors.

Resonant sensors: Principles, interfacing, quartz oscillators applications: force, pressure, temperature, micro-balances, gyroscopes, flow sensors.

Chemical sensors: Catalytic, conductance, electrochemical.

Optical sensors: General overview. Applications: encoder, integrated optics

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Exposé oral + discussions	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2 / 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Résumé des notes de cours G. Asch: "Les Capteurs en Instrumentation Industrielle", DUNOD 1991	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Blocs 1 et 2		
<i>Préparation pour:</i>	Capteurs et microsystèmes III Projets de semestres et diplôme		

<b>Titre: CELLULES SOLAIRES ET « MACRO-ÉLECTRONIQUE »</b>		<b>Title: SOLAR CELLS AND MACRO-ELECTRONICS</b>			
<b>Enseignant: Arvind SHAH, Professeur EPFL/SMT et UNI-NE</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
MICROTECHNIQUE. ....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

- Approfondir les cellules solaires photovoltaïques, leur fonctionnement et leurs applications
- Introduire d'autres applications existantes ou potentielles de la "macro-électronique" basées sur des couches minces semi-conductrices.
- Montrer quelques propriétés physiques fondamentales liées aux semi-conducteurs en couches minces amorphes (et polycristallines).
- Donner une introduction à la déposition de couches minces et aux méthodes assistées par plasma.

**CONTENU**

**Cellules solaires photovoltaïques :**

Principe de fonctionnement, limitations, rendement de conversion, procédés et coûts de fabrication, énergie grise, cellules solaires en couches minces (notamment en silicium amorphe et microcristallin).

**Macro-électronique":**

Couches minces photoconductrices :

Principes, limitations, application en xérographie (photocopieuses et imprimantes laser).

Autres applications :

des couches minces de silicium : transistors à couches minces, affichages et écrans à cristaux liquides avec matrice active, valves optiques, matrices de photodiodes, détecteurs de rayons X.

**Bases physiques :**

Structures amorphe et polycristalline; quelques principes des matériaux amorphes : transition vitreuse, désordre structurel et queues de bande, liaisons brisées; absorption optique.

**Fabrication de couches minces :**

"Physical Vapour Deposition (PVD)" et "Chemical Vapour Deposition" (CVD) avec accent sur les méthodes assistées par plasma; introduction brève aux "plasmas froids"; techniques pour la production industrielle (sputtering, plasma-CVD, attaque sèche) y.c. aspects économiques de la production.

**OBJECTIVE**

- In-depth study of photovoltaic solar cells, their functioning and their applications
- Introduction of existing and potential applications of "macro-electronics", i.e. of large-area electronics based on semiconductor thin-films.
- Demonstration of certain fundamental physical properties of thin-film semiconductors and especially of amorphous semiconductors
- Introduction to principles of thin-film deposition, with emphasis on plasma-assisted methods.

**CONTENTS**

**Photovoltaic solar cells:**

Principles of operation, limitations, conversion efficiency, fabrication processes, cost and energy payback time, thin-film solar cells (especially with amorphous and microcrystalline silicon).

**Large area electronics ("macro-electronics"):**

Photoconductive thin-films:

Principles and limitations, application in xerography (for photocopiers and laser printers)

Other applications of thin-film silicon:

thin-film transistors (TFT's), liquid crystal displays with active matrix, optical "image amplifiers" (optically addressed spatial light modulators), photodiode arrays, X-ray detectors

**Physical Fundamentals:**

Amorphous and polycrystalline material structures; some physical concepts pertaining to amorphous materials: glass transition, structural disorder and bandtails, dangling bonds, optical absorption

**Fabrication of Thin Films:**

Physical Vapour Deposition (PVD) and Chemical Vapour Deposition (CVD), with special emphasis on plasma-assisted methods; elementary introduction to cold plasmas; methods used in Industrial production (sputtering, plasma-CVD, plasma etching) incl. Economical aspects of large-scale production.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra avec quelques exercices en classe et visite(s) de laboratoire(s)	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié « Matériaux électroniques amorphes » (surtout Vol. 2 – « Cellules solaires & Macroélectronique »	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>MICROÉLECTRONIQUE II</b>		<i>Title:</i> <b>MICROELECTRONICS II</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Radivoje POPOVIC, Professeur EPFL/SMT</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MICROTECHNIQUE.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'analyser les relations entre la structure des principaux dispositifs microélectroniques, la technologie de fabrication utilisée et leurs caractéristiques externes, ainsi que d'analyser le rôle et le comportement des dispositifs dans un circuit intégré.

**CONTENU**

**Contact métal - semiconducteur et hétérojonctions :** Diagramme d'énergie, caractéristique courant - tension, capacité, diode Schottky, contact ohmique.

**Transistors à effet de champ :** JFET, MESFET, FET à hétérojonction, HEMT, modèles.

**Transistor MOS :** Faible inversion, miniaturisation, champ électrique élevé, modèles, CMOS.

**Transistor MOS :** Faible inversion, miniaturisation, champ électrique élevé, modèles, CMOS.

**Dispositif passifs et parasites :** Résistances, condensateurs, diodes, effets parasites et leur prévention.

**Bruit :** Bruit thermique, de grenaille, de génération - recombinaison, 1/f, bruit dans les circuits, détectivité de systèmes sensoriels

**Mémoires :** Principes de ROM, PROM, EPROM, EEPROM, DRAM, SRAM

**Limites technologiques et physiques à la densité d'intégration :** Lithographie, isolation des composants, effets du champ électrique élevé, électro-migration, dissipation de chaleur, rendement, fiabilité.

**Conception de circuit intégré :** Déroulement du projet, layout, règles de design, modélisation et simulation numérique, CAO

**OBJECTIVE**

The students will be able to analyze the relationship between the structural properties, fabrication process, and electrical characteristics of the most important microelectronic devices. They will also be able to understand the function and the behaviour of these devices in integrated circuits.

**CONTENTS**

**Metal-Semiconductor Contact, Heterojunction:** Energy diagram, current-voltage characteristics, capacitance, Schottky diode, ohmic contact.

**Field-effect transistors:** JFET, MESFET, heterojunction FET, HEMT, electrical models

**MOS transistor:** Weak inversion, down scaling, high electric field, electrical models, CMOS.

**Bipolar transistor:** Low and high current behaviour, breakdown, down scaling, heterojunction bipolar transistor, electrical models.

**Passive and parasitic devices:** Resistors, capacitors, diodes, parasitic effects and how to avoid them.

**Noise:** Thermal noise, shot noise, generation-recombination noise, 1/f noise, noise in circuits, detectivity of sensing systems.

**Memories:** Working principles of ROM, PROM, EPROM, DRAM, SRAM

**Technological and physical limits to integration density:** Lithography, device isolation, high electric field effects, electromigration, heat dissipation, yield, reliability.

**Integrated circuit design:** Project outline, layout, layout, design rules, numerical modeling and simulation, CAD

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Exposé oral, exercices, séminaires	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées M. Ilegems : « Dispositifs à semi-conducteurs », Polycopié EPFL S.M. Sze « Semiconductor Devices », J. Wiley & Sons, 1985	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Microélectronique I		
<i>Préparation pour:</i>	Microélectronique et microsystèmes, labo		

<b>Titre: OPTOÉLECTRONIQUE</b>				<b>Title: OPTOELECTRONICS</b>	
<b>Enseignant: Andrea FIORE, Professeur assistant EPFLS/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
MICROTECHNIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs. Apprendre à analyser et optimiser les performances des dispositifs par des simulations numériques.

**CONTENU**

- Rappels d'optique :**  
Réflexion et réfraction. Interféromètres.
- Guides optiques - Fibres optiques :**  
Guides d'onde plans, modes, couplage de la lumière. Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.
- Principes de base de l'effet laser :**  
Transitions optiques, élargissement. Amplificateurs optiques et lasers. Equations de bilan.
- Rappels de physique de semiconducteurs :**  
Structure de bande. Jonctions à semiconducteur. Hétérostructures. Transitions optiques.
- Diodes électroluminescente :**  
Electroluminescence. Efficacité. Structures avancées. Réponse en fréquence
- Lasers à semiconducteur :**  
Gain optique. Caractéristiques des lasers à semiconducteurs. Lasers à hétérostructures et à puits quantiques. Lasers DBR, DFB, VCSELs. Réponse en fréquence.
- Photodétecteurs :**  
Photoconducteurs, photodiodes, photodiodes à avalanche, cellules solaires. Réponse en fréquence et bruit.
- Modulateurs de lumière :**  
Modulateurs interférométriques et à électro-absorption pour les télécoms. Cristaux liquides et écrans actifs.
- Systèmes de télécommunication optique :**  
Fibres optiques, sources, détecteurs. Modulation, multiplexage, systèmes WDM. Limitations dues à l'atténuation et à la dispersion. Réseaux optiques.

**OBJECTIVE**

Understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials. Learn to analyse and optimise the performance of optoelectronic devices through numerical simulations.

**CONTENTS**

- Elements of geometrical and wave optics:**  
Reflection and refraction. Interferometers.
- Waveguides, optical fibres:**  
Planar waveguides, modes, light coupling. Optical fibres, step- and graded-index fibres, dispersion.
- Basics of laser effect:**  
Optical transitions, broadening. Optical amplifiers, lasers. Rate equations.
- Elements of emiconductor physics:**  
Band structure. Semiconductor junctions. Heterostructures. Optical transitions.
- Light emitting diodes:**  
Electroluminescence. Efficiency. Advanced structures. Frequency response.
- Semiconductor lasers:**  
Optical gain. Laser characteristics. Heterostructure and quantum well lasers. DBR, DFB and VCSELs. Frequency response.
- Photodetectors:**  
Photoconductors, photodiodes, avalanche photodiodes, solar cells. Frequency response and noise.
- Light Modulators:**  
Interferometric and electroabsorption modulators for telecom applications. Liquid crystals and displays.
- Optical telecommunication systems:**  
Sources, optical fibres, detectors. Modulation, multiplexing, WDM systems. Loss- and dispersion-limited systems. Optical networks

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié, Photonics, Saleh & Teich, J. Wiley	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>
<i>Préalable requis:</i>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: FILTRES ET FILTRAGE NUMÉRIQUE</b>		<b>Titre: DIGITAL FILTERS AND FILTERING</b>			
<b>Enseignant: Pierre VANDERGHEYNST, Professeur EPFL/SGE&amp;EL</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&ELECT...	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours est dédié à l'enseignement de différentes techniques avancées en traitement du signal. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer des méthodes tels que la conception de filtres et le filtrage, la prédiction linéaire de signaux, l'analyse spectrale.

**CONTENU**

**Conception de filtres numériques**

Conception de filtres à réponse impulsionnelle finie par fenêtrage ou échantillonnage de la réponse fréquentielle. Conception de filtres à réponse impulsionnelle infinie par transformation de filtres analogiques, transformation bilinéaire.

**Prédiction linéaire de signaux**

Buts de la prédiction linéaire. Algorithme de Levinson-Durbin. Estimation du prédicteur pour un nombre fini de données. Exemples d'applications.

**Analyse spectrale**

But de l'analyse spectrale. Eléments d'estimation statistique (distribution de probabilité, biais, variance, intervalle de confiance). Analyse spectrale non-paramétrique (périodogramme simple, lissé). Comparaison des différentes méthodes.

**Eléments d'analyse temps-fréquence**

But de l'analyse temps-fréquence. Rappels d'analyse de Fourier. Principe d'incertitude. Distribution temps-fréquence. Transformée de Gabor, transformée continue en ondelettes. Fréquence instantanée et algorithmes d'estimation.

**OBJECTIVE**

This course is devoted to advanced techniques in signal processing. At the end of this course, the students will be able to apply methods such as filter design and filtering, linear prediction and spectral analysis.

**CONTENTS**

**Digital filter design**

Design of finite impulse response filters by using windows or by frequency sampling. Design of infinite impulse response filters by analog-digital transformation, in particular bilinear transformation.

**Linear signal prediction**

Motivation of linear prediction. Levinson-Durbin algorithm. Predictor estimation for finite length data. Applications.

**Spectral analysis**

Motivation of spectral analysis. Notions of statistical estimation (probability distribution, bias, variance, confidence interval). Non-parametric spectral analysis (periodogram, smoothed and averaged periodogram). Comparison between the different methods.

**Elements of time-frequency analysis**

Motivation of time-frequency analysis. Fourier analysis. The uncertainty principle. Time-frequency distributions. Gabor transform, continuous wavelet transform. Instantaneous frequency and estimation algorithms.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Vol. XX traité d'électricité et polycopié distribué au cours.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement numérique des signaux	Contrôle continu +	
<i>Préparation pour:</i>	Projets de semestre, projets de diplôme et thèses de doctorat		

<i>Titre:</i> <b>HYPERFRÉQUENCES</b>			<i>Title:</i> <b>MICROWAVES</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Anja SKRIVERVIK, Professeure assistante EPFL/SGE&amp;E</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
GÉNIE ÉLECTRIQUE & EL.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant aura acquis une connaissance des bases des hyperfréquences (300 MHz - 300 GHz). Il connaîtra les principaux générateurs et amplificateurs et les principales techniques de mesure. Il sera en mesure de faire face aux principaux problèmes, et pourra réaliser des circuits simples

**CONTENU**

**Introduction**

Définition des notions de base, applications: radar, télécommunications, satellites, fours microondes, horloges atomiques, effets biologiques.

**Générateurs et amplificateurs**

Tubes: magnétron, modulation de vitesse, klystron, carcinotron, tube à ondes progressives, gyrotron. Semiconducteurs, diodes de Gunn, diodes à avalanche, transistors bipolaires et à effet de champ. Rendement, facteur de glissement.

**Mesure du signal**

Ondemètres, compteurs de fréquence, analyseur de spectre, puissance moyenne et de pointe.

**Composants**

Matrice de répartition, propriétés des circuits: linéarité, dissipation, réciprocité, symétrie, adaptation. Description de composants à 1, 2, 3, 4, 5 et 6 accès. Dispositifs à ferrites: effet gyromagnétique, isolateurs, circulateurs, modulateurs, commutateurs. Semiconducteurs: atténuateurs, modulateurs, commutateurs, limiteurs, insertion de composants.

**Mesure des composants**

Ligne fendue, réflectométrie, analyseur de réseau vectoriel, affaiblissement et déphasage, TDR. Techniques de calibrage pour compenser les erreurs, épluchage.

**OBJECTIVE**

At the end of the course, the student will know the basics of microwaves (300 MHz to 300 GHz). He will know the main sources and amplifiers, as well as the usual measurement techniques. He will be able to face the problems most often encountered and to design simple microwave circuits.

**CONTENTS**

**Introduction**

Definition of the basic notions, applications: radar, communications, satellites, space probes, microwave ovens, atomic clocks, biological effects.

**Generators and Amplifiers**

Tubes: magnetron, klystron, BWO, TWT, gyrotron. Semiconductors, Gunn and avalanche diodes, bipolar and field effect transistors. Efficiency, pulling factor.

**Signal Measurements**

Wavemeters, frequency counters, spectrum analyzer, power meters for average and peak power.

**Microwave circuits**

Introduction to S-parameters. Main properties of circuits: linearity, losslessness, reciprocity, symmetry, reflectionless match. Description of devices with 1, 2, 3, 4, 5 and 6 ports. Ferrite devices: the gyromagnetic effect, isolators, circulators, switches, modulators. Solid-state devices: attenuators, modulators, switches, limiters, component insertion

**Device Measurements**

Slotted line, reflectometry, vector network analyzer, attenuation and phaseshift, TDR. Calibration for error compensation and deembedding.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstrations et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	"Hyperfréquences", vol. XIII du Traité d'Électricité Notes additionnelles et corrigés sur serveur informatique	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Contrôle continu obligatoire
<i>Préalable requis:</i>	Electromagnétisme		
<i>Préparation pour:</i>	Hyperfréquences, Travaux pratiques et projets		

<b>Titre: INTRODUCTION AUX TRAITEMENT DES SIGNAUX</b>		<b>Title: INTRODUCTION TO SIGNAL PROCESSING</b>			
<b>Enseignant: Jean-Philippe THIRAN, MER EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE & EL..	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les concepts de base de traitement des signaux comme la corrélation et la convolution. Savoir élaborer la transformée d'un signal. Maîtriser les techniques rapides de calcul et de filtrage linéaire. A la fin du cours, les étudiants seront capables de dominer les méthodes élémentaires du traitement des signaux et de les appliquer à des cas concrets.

**OBJECTIVE**

Learning basic concepts of signal processing such as correlation and convolution. Understand to transform a signal. Learn fast computation algorithms and linear filtering techniques. At the end of the course, students will be able to master basic signal processing techniques and to apply them to practical problems.

**CONTENU**

**Signaux et systèmes**

Signaux analogiques et numériques, signaux pseudo-aléatoires, systèmes linéaires, systèmes linéaires invariants.

**Outils de base**

Transformation de Fourier, corrélation, convolution, spectres.

**Transformée en z**

Transformations directe et inverse, propriétés, correspondances et représentations, fonction de transfert.

**TFD et filtrage**

Discrétisation de la transformation de Fourier, algorithme de calcul rapide, filtres RIF et RII.

**CONTENTS**

**Signals and systems**

Analog and digital signals, pseudo-random signals, linear systems, linear invariant systems.

**Basic tools**

Fourier transform, correlation, convolution, spectrum.

**The z transform**

Direct and inverse transforms, properties, correspondence and representations, transfer function.

**The DFT and filtering**

The discrete Fourier transform, fast computation algorithm, FIR and IIR filters.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	M. Kunt, Traitement numérique des signaux, Vol. XX du Traité d'électricité, PPUR, 1984	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Introduction à la théorie de l'information et de la communication. Traitement de signaux multidimensionnels. Reconnaissance des formes.  Projets de semestre et de master. Thèses de doctorat		

<b>Titre: INTRODUCTION À LA THÉORIE DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION</b>		<b>Title: INTRODUCTION TO INFORMATION AND COMMUNICATION THEORY</b>			
<b>Enseignant: Murat KUNT, Professeur EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les concepts de base de la théorie de l'information et des canaux de transmission de l'information. Comprendre le fonctionnement des codes détecteur et correcteur d'erreurs. Savoir élaborer le codage optimal d'une source. Maîtriser les techniques principales d'analyse spectrale et des systèmes multicanal. A la fin du cours, les étudiants seront capables de dominer les méthodes élémentaires de la théorie de l'information et de l'analyse spectrale, et de les appliquer à des cas concrets.

**CONTENU**

**Sources d'information et de bruit**

Entropie d'une source, source sans mémoire, entropies jointe et conditionnelle, information mutuelle, source de Markov, source binaire, redondance et efficacité, processus aléatoires.

**Codage de source**

Théorème de Shannon, inégalité de Kraft, codes optimaux, codes de Huffman, Fano et arithmétiques, code de Lempel-Ziv, application à la compression d'images

**Codage de canal**

Schéma général de communication, capacité du canal, théorème du codage de canal, inégalité de Fano, détection et correction d'erreurs, codes de Hamming, codes linéaires, codes cycliques, codes de Reed-Solomon, application à la correction d'erreur sur CD.

**Analyse spectrale**

Description fréquentielle des signaux aléatoires, théorie de l'estimation, estimateur pour la corrélation, estimateurs spectraux, application de la TFR, exemples.

**OBJECTIVE**

Learning basic concepts of information theory and information transmission channels. Understand error detecting and error correcting codes. Learn to design a source encoder. Learning basic spectral analysis methods and multirate systems. At the end of the course, students will be able to master basic information theory and spectral analysis methods and to apply them to practical problems.

**CONTENTS**

**Information sources and noise**

Entropy of a source, memoryless sources, joint and conditional entropies, mutual information, Markov sources, binary sources, redundancy and efficiency, stochastic processes.

**Source coding**

Multidimensional sampling, quantization, color quantization vector quantization, reconstruction, dithering.

**Channel coding**

General scheme for communication, channel capacity, channel coding theorem, Fano's inequality, error detection and error correction, Hamming codes, linear codes, cyclic codes, Reed-Solomon codes, application to error correction in Compact-Discs.

**Spectral analysis**

Frequency description of signals, estimation theory, correlation estimators, spectral estimators, application of the FFT, examples.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	M. Kunt : Vol. XX du Traité d'électricité R.W. Hamming : Coding and Information Theory	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement des signaux		
<i>Préparation pour:</i>	Projet de semestre, de diplôme et thèse de doctorat		

<b>Titre: INTRODUCTION AU TRAITEMENT OPTIQUE</b>		<b>Title: INTRODUCTION TO OPTICAL PROCESSING</b>			
<b>Enseignant: Luc THÉVENAZ, MER EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 3</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître les spécificités des techniques relevant de l'optique moderne, en particulier les aspects touchant à la fréquence extrêmement élevée de l'onde et ceux liés à l'émission et la détection de la lumière basés sur la nature quantique du champ.

Acquérir les bases permettant la compréhension, la conception et la mise en oeuvre de systèmes optiques. Permettre de distinguer les champs d'application où l'optique s'avère plus performante que les systèmes fonctionnant dans d'autres domaines spectraux.

**CONTENU**

**Généralités :** Spécificités de l'onde électromagnétique dans le domaine optique : intensité, aspect corpusculaire, détection. Introduction aux différentes descriptions de la lumière et à leur niveau d'approximation : optique géométrique, optique ondulatoire, optique électromagnétique et optique quantique.

**Optique géométrique :** Postulats. Composants optiques élémentaires. Calcul de systèmes optiques dans l'approximation paraxiale.

**Optique ondulatoire scalaire :** Domaine d'application du modèle scalaire. Ondes monochromatiques. Lumière polychromatique et interférences. Interféromètres de Michelson, de Mach-Zehnder et de Sagnac. Fonction de transfert de la propagation libre. Description de faisceaux réels.

**Optique électromagnétique :** Domaine d'application du modèle vectoriel. Théorie électromagnétique de la lumière. Polarisation et formalisme de Jones. Réflexion et réfraction.

**Optique guidée :** Guides d'onde et fibres optiques. Réalisations de circuits optiques planaires et méthodes de fabrication de fibres optiques.

**Emission et détection de la lumière :** Modes du champ et photons. Processus d'émission et de détection : interactions entre photons et atomes. Photodétecteurs. Lasers.

**OBJECTIVE**

Knowing the specificities of modern optics techniques, in particular the aspects related to the extremely high wave frequency and to light emission and detection based on the quantum nature of the field.

Acquiring basics for understanding, designing and achieving optical systems. Selecting the application areas where optics is more effective than systems operating in lower frequency ranges of the electromagnetic spectrum.

**CONTENTS**

**Overview :** Specificities of the electromagnetic wave in the optical domain: intensity, corpuscular aspect, detection. Introduction to the different light theories and their approximation level: ray optics, wave optics, electromagnetic optics and quantum optics.

**Ray optics :** Postulates. Elementary optical elements. Calculation of optical systems in the paraxial approximation.

**Scalar wave optics :** Application field of the scalar model. Monochromatic waves. Polychromatic light and interferences. Michelson, Mach-Zehnder and Sagnac interferometers. Transfer function of free space propagation. Description of actual beams.

**Electromagnetic optics :** Application field of the vector model. Electromagnetic theory of light. Polarisation and Jones calculus. Reflection and refraction.

**Guided-wave optics :** Optical waveguides and fibres. Fabrication of planar optical circuits and optical fibres.

**Light emission and detection :** Field modes and photons. Emission and detection processes: interactions between photons and atoms. Photodetectors. Lasers.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exercices intégrés	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Electromagnétisme I et II		
<i>Préparation pour:</i>	Traitement optique, projets de semestre		

<b>Titre: INTRODUCTION AU TRAITEMENT DES SIGNAUX BIOMÉDICAUX</b>			<b>Titre: INTRODUCTION TO BIOMEDICAL SIGNAL PROCESSING</b>		
<b>Enseignant: Jean-Marc VESIN, Chargé de cours EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Les signaux biomédicaux constituent une application de choix des techniques avancées de traitement des signaux, tant du point de vue de leur pré-traitement (réduction de bruit...) que de leur analyse. Le but de ce cours est d'introduire ces techniques avancées et de former les étudiants à leur utilisation sur des signaux biomédicaux expérimentaux.

**OBJECTIVE**

Biomedical signals constitute a very interesting application field for advanced signal processing techniques, be it for pre-processing (noise reduction...) or analysis. The goal of this course is to introduce these advanced techniques and to form students to their use on experimental biomedical signals.

**CONTENU**

1. Généralités sur le traitement des signaux biomédicaux
2. Modélisation linéaire
  - prédiction linéaire
  - analyse spectrale paramétrique
  - estimation de la fonction de transfert
  - critères de sélection des modèles
3. Systèmes adaptatifs
  - Prédiction adaptative
  - Suppression d'interférences
4. Analyse temps-fréquence
5. Applications
  - signaux cardio-vasculaires
  - électro-encéphalogramme
  - signaux Doppler transcrâniens

**CONTENTS**

1. Generalities on biomedical signal processing
2. Linear modeling
  - linear prediction
  - parametric spectral estimation
  - transfer function estimation
  - model selection criteria
3. Adaptive systems
  - Adaptive prediction
  - Interference cancelling
4. Time-frequency analysis
5. Applications
  - cardiovascular signals
  - electroencephalogram
  - transcranial Doppler signals

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, séances Matlab et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Traitement numérique des signaux I (5 <sup>e</sup> ) et II (7 <sup>e</sup> )		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: RAYONNEMENT ET ANTENNES</b>				<b>Titre: RADIATION AND ANTENNAS</b>	
<b>Enseignant: Juan MOSIG, Professeur EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
SYST. COMMUNICATIONS	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'analyser un système rayonnant et de prédire ses caractéristiques et celles du rayonnement émis. Il connaîtra aussi les principes gouvernant le rayonnement et la propagation des ondes électromagnétiques et leur interaction avec l'environnement. Il sera à même de choisir une antenne en fonction des contraintes techniques et légales.

**CONTENU**

1. Propagation libre d'ondes électromagnétiques. Mécanisme de rayonnement et sources élémentaires. Ondes sphériques, cylindriques et planes. Le spectre électromagnétique. Affectation des fréquences.
2. Caractéristiques et paramètres des sources rayonnantes : dia-gramme de rayonnement, impédance, directivité, gain, polarisation, bande passante. Types principaux d'antennes.
3. Rayonnement à travers les fentes. Principe de Huyghens, théorie des ouvertures, antennes à réflecteur et antennes cornet.
4. Faisceaux hertziens et satellites de communication. Techniques de diversité. Effets de l'environnement : mobiles, propagation dans des cellules urbaines, interaction avec les milieux matériaux (télé-détection) et biologiques (hyperthermie).
5. Antennes réseaux, antennes adaptatives et à traitement du signal.
6. Mesures d'antennes et du rayonnement. Impédance, diagramme de rayonnement, gain, polarisation, densité de puissance.

**OBJECTIVE**

Students will be able to analyze a radiating system and to predict its performances and the characteristics of the radiated fields. They will also know the basic principles underlying the radiation and propagation of electromagnetic waves and their interaction with a material environment. Finally, they will be able to select an antenna according to existing technical and legal constraints.

**CONTENTS**

1. Free propagation of electromagnetic waves. Radiation mechanism and elementary sources. Spherical, cylindrical and plane waves. The electromagnetic spectrum: frequency allocation.
2. Parameters and characteristics of radiating sources: radiation pattern, impedance, directivity, gain, polarization, bandwidth. Main types of antennas.
3. Radiation through slots. Huyghens' principle, aperture theory, reflector and horn antennas.
4. Hertzian links and communication satellites. Diversity techniques. Environmental effects: mobiles, propagation in urban cells, electromagnetic interaction with material media (remote sensing) and with living tissues (hyperthermia).
5. Arrays, adaptive antennas, signal processing and smart antennas.
6. Antenna and radiation measurements. Impedance, radiation pattern, gain, polarization, power density.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra + démonstrations et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées, articles techniques Livre: Balanis, Stutzman	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Electromagnétisme		
<i>Préparation pour:</i>	Propagation, Hyperfréquences, CEM		

<b>Titre: RECONNAISSANCE DES FORMES</b>		<b>Titre: PATTERN RECOGNITION</b>			
<b>Enseignant: Jean-Philippe THIRAN, MER EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE & EL..	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Apprentissage des méthodes de base de l'analyse d'images numériques et de la reconnaissance des formes : pré-traitements, segmentation d'images, représentation et classification de formes. Ces concepts seront illustrés dans le cadre d'applications en vision par ordinateur et en analyse d'images médicales.

**OBJECTIVE**

Learning the basic methods of digital image analysis and pattern recognition: pre-processing, image segmentation, shape representation and classification. These concepts will be illustrated by applications in computer vision and medical image analysis.

**CONTENU**

**Introduction**

Acquisition et propriétés des images numériques.  
 Pré-traitements : transformations géométriques, filtrage linéaires, restauration d'images.  
 Introduction à la Morphologie Mathématique.  
 Exemples et applications.

**Segmentation et extraction d'objets**

Seuillage, détection de contours, détection de régions.  
 Segmentation par contours actifs. Applications en segmentation d'images médicales.

**Représentation et description de formes**

Représentation par les contours, représentation par les régions.  
 Notions de squelette morphologique.

**Reconnaissance de formes**

Reconnaissance statistique, théorie de la décision de Bayes, classificateurs linéaires et non-linéaires, perceptrons, réseaux de neurones, classificateurs non supervisés.  
 Applications.

**Travaux pratiques sur ordinateur**

**CONTENTS**

**Introduction**

Digital image acquisition and properties.  
 Pre-processing: geometric transforms, linear filtering, image restoration.  
 Introduction to Mathematical Morphology  
 Examples and applications

**Segmentation and object extraction**

Thresholding, edge detection, region detection.  
 Segmentation by active contours. Applications in medical image segmentation.

**Shape representation and description**

Contour-based representation, region-based representation  
 Morphological skeletons

**Shape recognition**

Statistical shape recognition, Bayes theory, linear and non-linear classifiers, perceptrons, neural networks and unsupervised classifiers.  
 Applications.

**Practical works on computers**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et travaux pratiques	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> M. Kunt, Editeur, Reconnaissance des formes et analyse de scènes, Collection Electricité, PPUR 2000 M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image Processing, Analysis and Machine Vision, PWS Publishing, 1999	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Contrôle continu
<b>Préalable requis:</b> Introduction au traitement des signaux, Traitement d'images	
<b>Préparation pour:</b> Projets de semestre et de master. Thèses de doctorat.	

<b>Titre: TRAITEMENT DE LA PAROLE</b>			<b>Title: SPEECH PROCESSING</b>		
<b>Enseignant: Andrzej DRYGAJLO, Chargé de cours EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
SYST. COMMUNICATONS	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
INFORMATIQUE.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique du signal pour l'analyse, la compression, la synthèse et la reconnaissance de la parole.

**CONTENU**

**Introduction**

La parole - moyen fondamental de communication entre les humains. Généralités sur le signal vocal.

**Production et perception de la parole**

Aperçu anatomique. Mécanisme de la phonation. Phonétique articulatoire. Acoustique de la phonation. Modélisation de la production de la parole. Mécanisme de l'audition. Psychoacoustique. Masquage et bandes critiques.

**Analyse et modélisation de la parole**

Traitement à court terme. Analyse temporelle. Analyse spectrale et spectro-temporelle. Analyse cepstrale. Analyse basée sur la prédiction linéaire. Estimation des formants et de la période du fondamental.

**Compression et codage de la parole**

Codeurs d'onde (MIC, MICD, MICDA). Codage en sous-bandes. Vocodeurs. Quantification vectorielle. Codage par dictionnaire d'excitations (CELP).

**Synthèse de la parole**

Prosodie. Synthèse directe. Synthèse à travers un modèle. Simulation du conduit vocal. Synthèse à partir d'un texte.

**Reconnaissance de la parole**

Comparaison dynamique (DTW). Méthodes statistiques (modèles de Markov cachés, algorithmes de Baum-Welch et de Viterbi). Reconnaissance de mots isolés et enchaînés.

**Reconnaissance du locuteur**

**Communication vocale homme-machine**

**OBJECTIVE**

At the end of the course, the students will be able to apply the main methods of digital signal processing within the fields of speech analysis, compression, synthesis and recognition

**CONTENTS**

**Introduction**

Speech - fundamental means of communication between humans. Voice signal generalities.

**Speech production and perception**

Anatomy. Voice production. Articulatory phonetics. Acoustic phonetics. Models of speech production. Auditory perception. Psychoacoustics. Masking and critical bands.

**Speech analysis and modelling**

Short-term processing. Time-domain analysis. Spectral and time-spectral analysis. Cepstral analysis. Linear prediction analysis. Pitch and formant estimation.

**Speech compression and coding**

Waveform coding (PCM, DPCM, ADPCM). Sub-band coding. Vocodeurs. Vector quantization. Code excited linear prediction (CELP).

**Speech synthesis**

Prosodics. Waveform synthesis. Parametric synthesis. Articulatory models. Text-to-speech.

**Speech recognition**

Dynamic time warping (DTW). Statistical modelling (hidden Markov models (HMMs), Baum-Welch and Viterbi algorithms). Isolated- and connected-word recognition systems.

**Speaker recognition**

**Man-machine voice communication**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra complété par des exercices et démonstrations	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Livre « Traitement de la parole », Collection Electricité et notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement des signaux		
<i>Préparation pour:</i>	Projet de semestre, de diplôme et thèses de doctorat		

<b>Titre: TRAITEMENT DES SIGNAUX MULTIDIMENSIONNELS</b>			<b>Title: MULTIDIMENSIONAL SIGNAL PROCESSING</b>		
<b>Enseignant: Murat KUNT, Professeur EPFL/SGEL&amp;E</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 3</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Maîtriser la généralisation des concepts de base aux cas multidimensionnels, les systèmes d'acquisition et de restitution d'images. Comprendre le fonctionnement des couches primitives de la vision humaine. Savoir élaborer une méthode de traitement multidimensionnel. Maîtriser les techniques principales de compression et de traitement des signaux en réseau. A la fin du cours, les étudiants seront capables de dominer les méthodes élémentaires à des cas concrets.

**CONTENU**

**Signaux et systèmes M-D**

Signaux et systèmes de base, transformation de Fourier, transformation en z, propriétés, fonction de transfert, filtrage linéaire et prétraitement.

**Acquisition et restitution d'images et de séquences d'images**

Echantillonnage multidimensionnel, quantification, quantification de la couleur, quantification vectorielle, restitution, binarisation.

**Système visuel humain**

Système nerveux humain, œil, rétine, cortex visuel, modèle du système visuel, effets spéciaux, phénomène de Mach, vision de la couleur, espaces couleurs, vision du mouvement.

**Méthodes de traitement M-D, compression**

Elaboration de filtres RIF et RII, traitements non linéaires, extraction de contour, classification des méthodes de compression, prédiction, codage par transformation, codage par ondelette, codage par segmentation.

**Traitement des signaux en réseau**

Systèmes passifs et systèmes actifs, construction de faisceau, formes de réseaux, réseaux particuliers, construction de faisceau dans les fréquences.

**OBJECTIVE**

Learning how to generalize basic concepts to the multidimensional cases. the image acquisition and display methods and systems. Understand the first layers of the human vision. Learn to design a multidimensional processing method. Learning basic compression techniques and array signal processing. At the end of the course, students will be able to master basic image processing methods and to apply them to practical problems.

**CONTENTS**

**Multidimensional signals and systems**

Basic signals and systems, Fourier transform, Z transform, properties, transfer function, linear filtering and preprocessing.

**Image and image sequence acquisition and display**

Multidimensional sampling, quantization, color quantization, vector quantization, reconstruction, dithering.

**Human visual system**

Human nervous system, eye, retina, visual cortex, Modeling the visual system, special effects, Mach phenomenon, color vision, color spaces, motion vision.

**Multidimensional signal processing and compression**

FIR and IIR multidimensional filter design, nonlinear processing, contour extraction, classification of compression techniques, prediction, transform coding, wavelet-based coding, segmentation-based coding.

**Array signal processing**

Active and passive systems, beamforming, array patterns, particular arrays, frequency domain beamforming.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Vol. XX du Traité d'électricité	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement des signaux		
<i>Préparation pour:</i>	Projet de semestre, de diplôme et thèse de doctorat		

<b>Titre: ANALYSE ET MODÉLISATION DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX</b>		<b>Title: EXPERIMENTAL DATA ANALYSIS AND MODELIZATION</b>			
<b>Enseignant: Pierre STADELMANN, Professeur titulaire EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître les bases de la programmation avec le logiciel Mathematica. Utiliser Mathematica pour modéliser des phénomènes physiques et analyser des données expérimentales. Etre capable de se servir de la bibliothèque de programmes écrits en Mathematica. Développer des nouveaux modules dans son domaine de recherche.

**CONTENU**

- Bases de l'utilisation de Mathematica, description simplifiée de l'interface utilisateur et du noyau.
- Opérations élémentaires, solutions d'équations linéaires et non-linéaires.
- Représentation graphique 2-D et 3-D.
- Représentations de listes de données, lecture de fichiers de données expérimentales, ajustement de paramètres.
- Différentiation, intégration symbolique et numérique.
- Expressions, fonctions, listes, vecteurs, matrices et tenseurs.
- Solution d'équations, différentielles ordinaires, transformées de Laplace et de Fourier.
- Tenseurs.
- Utilisation des bibliothèques graphiques.
- Programmation procédurale.
- Programmation fonctionnelle.
- Programmation basée sur des règles.
- Programmation graphique.
- Création de packages.
- Ecriture de note books.

**OBJECTIVE**

To know the basics of Mathematica programming. To use Mathematica to model physical phenomena in materials science and to analyse experimental data. To know how to use of the standard Mathematica packages. To develop new packages for specific applications.

**CONTENTS**

- Description of the Mathematica 4.0 Front end and Kernel.
- Solution of linear and non-linear equations.
- Plot of 2-D and 3-D functions.
- Data lists and their representation, reading data files.
- Differentiation, symbolic and numerical integration.
- Expressions, functions, lists, vectors, matrices and tensors.
- Solving ordinary differential equations, Laplace and Fourier transforms.
- Tensors.
- Using standard graphics libraries.
- Procedural programming.
- Functional programming.
- Rule based programming.
- Graphical programming.
- Writing packages.
- Writing notebooks.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Assisté par ordinateur	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> The Mathematica Book, S. Wolfram, notebooks	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Aucun	Ecriture d'un note-book sur un sujet à choix ou proposé
<i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques, cours, analyse de résultats expérimentaux.	

<b>Titre: ANALYSE DES SURFACES + TP</b>			<b>Title: SURFACE ANALYSIS + LABORATORY WORK</b>		
<b>Enseignant: Hans Jörg MATHIEU, Professeur titulaire EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX. ....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
CHIMIE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 1</b>

**OBJECTIFS**

Connaître et savoir appliquer les principales méthodes d'analyse de surface, interface et couches minces pour la caractérisation de divers matériaux. Discuter des applications des couches et surfaces fonctionnelles.

**OBJECTIVE**

Get to know and learn how to apply surface analysis methods including thin films and interfaces for the characterization of various materials. Discuss some applications of functionalized surfaces and thin films.

**CONTENU**

1. Introduction
2. Préparation et nettoyage d'un échantillon
3. La spectroscopie des photoélectrons (ESCA/XPS)
4. La spectroscopie d'électrons Auger (AES)
5. La spectrométrie des ions secondaires (SIMS)
6. Profils en profondeur
7. Le microscope à effet tunnel (STM) et force atomique (AFM)
8. Comparaison des méthodes

**CONTENTS**

1. Introduction
2. Sample preparation and cleaning
3. Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA/XPS)
4. Auger Electron Spectroscopy (AES)
5. Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS)
6. Depth profiling
7. Scanning Tunneling Microscopy and Atomic Force Microscopy (AFM)
8. Comparison of methods

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, TP assistés par ordinateur	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	H.-J. Mathieu, E. Bergmann, R. Gras, "Traité des Matériaux 4, Analyse et technologie des surfaces ; couches minces et tribologie", Lausanne, PPUR 2003	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: ANALYSE DE LA STRUCTURE DES POLYMÈRES</b>		<b>Titre: POLYMER ANALYSIS AND CHARACTERIZATION</b>			
<b>Enseignant: Quoc Tuan NGUYEN, Privat-Docent EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GENIE DES MATÉRIAUX.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

La caractérisation des polymères forme une partie intégrante de la science des matériaux. Ce cours a pour but de familiariser l'étudiant, par une approche théorique et pratique, avec les techniques modernes d'analyse et de caractérisation des polymères. A partir d'exemples tirés de cas réels, la personne qui a suivi le cours devrait être en mesure de diagnostiquer des problèmes de défaillance, de reconnaître et de sélectionner un matériau en fonction d'une application spécifique.

**CONTENU**

1. Analyse chimique.
2. Méthodes spectroscopiques (UV, IR, Raman).
3. Résonance magnétique (RMN, EPR).
4. Techniques chromatographiques (HPLC, GPC).
5. Analyse thermique (TG, DSC).
6. Spectroscopie rhéo-optique.

Pour chaque méthode, on étudiera le principe et le domaine d'application. Le cours sera illustré par des études de cas et exemples pratiques.

**OBJECTIVE**

Polymer characterization forms an essential part of modern polymer science. The course is aimed at providing students with a sound basis on recent developments and applications in this dynamic area. At the end of the course, the student should be able to solve common failure problems, to recognize and select appropriate plastic material for a given application.

**CONTENTS**

1. Chemical analysis.
2. Light spectroscopy (FTIR, Raman, UV).
3. Magnetic resonance spectroscopy (NMR, ESR).
4. Chromatographic techniques (HPLC, GPC).
5. Analytical thermal analysis (TG, DSC).
6. Rheo-optical spectroscopy.

The principle of each method will be discussed along with its advantages, limitations and pitfalls. The course is illustrated with selected examples of problems encountered in the plastic industries.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, avec démonstrations.	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>
<b>Préalable requis:</b> Chimie des polymères. Polymères, structure, propriétés.	Présentation orale de 15 minutes
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: COMPOSITES POLYMÈRES</b>		<b>Title: POLYMER COMPOSITES</b>			
<b>Enseignant: Jan-Anders MÅNSON, Professeur EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

- L'introduction aux propriétés des matériaux anisotropes.
- L'appréciation de la gamme des propriétés mécaniques et physiques réalisables avec les matériaux composites à matrice organique.
- Présenter les techniques de mise en œuvre et l'influence du procédé sur la microstructure et les propriétés.
- Etre en mesure de sélectionner les composants de base (matrice, fibre) et les méthodes de mise en œuvre pour une application spécifique.

**CONTENU**

- composants des composites
- micromécanique des systèmes renforcés de fibres
- composites à fibres courtes
- théorie des stratifiés
- structures en sandwich
- composites textiles
- essais destructifs et non-destructifs
- critères de conception
- chimie des composites
- fabrication et mise en oeuvre des composites à matrice thermoplastique
- fabrication et mise en oeuvre des composites à matrice thermodurcissable
- relations procédé-structure-propriétés
- applications
- visite d'une entreprise de mise en oeuvre des composites

**OBJECTIVE**

- An introduction to the properties of anisotropic materials.
- To understand the range of mechanical and physical properties which can be obtained with organic matrix composites.
- To present processing techniques and to show the influence of the process on microstructure and on properties.
- To learn how to choose the most appropriate material constituents (matrix, fiber) and processing technique for a given application.

**CONTENTS**

- constituents of composites
- micromechanics of fiber-reinforced systems
- short fiber composites
- theory of laminates
- sandwich structures
- textile composites
- destructive and non-destructive testing
- design criteria
- chemistry of composites
- manufacturing and processing of thermoplastic matrix composites
- manufacturing and processing of thermoset matrix composites
- property-structure-process relations
- applications
- visit to a composite processing company

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Composites polymères TP	

<b>Titre: GENIE MEDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTEMES CARDIO-VASCULAIRE</b>		<b>Title: BIOMEDICAL ENGINEERING I: PHYSICS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM</b>			
<b>Enseignant: Nikos STERGIOPULOS, Professeur EPFL/SGM</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
MICROTECHNIQUE/TP <sub>r</sub> , RS	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant aux concepts et méthodes de la physique de la matière vivante.  
Présenter les phénomènes physiques observés dans le système cardio-vasculaire et les modèles utiles à leur interprétation.

**CONTENU**

**Introduction**

Physique de la matière vivante et génie médical ; éléments d'anatomie et de physiologie du système cardio-vasculaire.

**Propriétés physiques du sang**

Constituants et rhéologie du sang ; propriétés mécaniques des globules rouges ; propriétés électriques du sang.

**Electrophysiologie et biomécanique cardiaques**

Electrophysiologie, structure fractale et processus chaotique ; activité mécanique du cœur ; biomécanique du muscle cardiaque ; éjection dans le système artériel, effet Windkessel.

**Physique du système artériel**

Structure, propriétés biomécaniques passives et actives de la paroi artérielle ; écoulement pulsé dans un tube rigide, modèle de Womersley ; propagation des ondes de pression et de vitesse dans un tube élastique ; atténuation et réflexions d'ondes dans un réseau artériel ; modèles du système artériel ; interactions sang-paroi artérielle.

**Physique du système veineux**

Biomécanique de la paroi ; écoulement dans un tube collabable ; phénomènes « Waterfall ».

**OBJECTIVE**

To provide the students with a presentation of the concepts and principles of the physics of the living matter.  
To describe the physical phenomena observed in the cardiovascular system and to present the models used for their interpretation.

**CONTENTS**

**Introduction**

Physics of living matter and biomedical engineering; anatomy and physiology of the cardiovascular system.

**Biophysics of the blood**

Blood rheology; mechanical properties of red blood cells; electrical properties of blood.

**Electrophysiology and mechanics of the heart**

Electrophysiology, fractal structure and chaotic processes; mechanical activity of the heart; biomechanics of the cardiac muscle; blood ejection in the arterial system, Windkessel effect.

**The physics of the arterial system**

Structure, passive and active mechanical properties of the arterial wall; pulsatile blood flow in a rigid tube, model of Womersley; propagation of pressure and flow waves in an elastic tube; reflection and attenuation of waves in arteries; physical models of the arterial system; blood-vessel wall interactions.

**The physics of the venous system**

Biomechanics of the venous wall; flow in collapsible tubes; "Waterfall" phenomenon.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Cours polycopié et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: MACHINES ADAPTIVES BIO-INSPIRÉES</b>		<b>Title: BIO-INSPIRED ADAPTIVE MACHINES</b>			
<b>Enseignant: Dario FLOREANO, Professeur EPFL/SMT</b>					
	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
PHYSIQUE .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
INFORMATIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le cours décrira de nouvelles approches et technologies pour concevoir des systèmes logiciels et matériels inspirés des mécanismes biologiques et pouvant s'adapter à des environnements imprévisibles et dynamiques. L'accent sera mis sur les systèmes embarqués et autonomes capables de fonctionner en temps réel. De tels systèmes incluent les robots mobiles, les circuits électroniques adaptatifs et les capteurs/actuateurs bio-inspirés. Ce cours a pour but de stimuler la curiosité et d'apporter aux étudiants de nouveaux outils pour la conception logicielle et matérielle. Chaque cours est suivi par des exercices afin d'acquérir de l'expérience pratique. Généralement le cours est donné en anglais.

**OBJECTIVE**

The course will describe new approaches and technologies for designing software and hardware systems that are inspired upon biological mechanisms and that can adapt to unpredictable and dynamic environments. Emphasis will be put on embedded and autonomous systems capable of operating in real-time. Such systems include mobile robots, adaptive chips, and bio-inspired sensors and actuators. This course intends to stimulate scientific curiosity and provide students with new tools useful for software and hardware engineering. Each lecture is followed by a laboratory session to gain practical experience. Most lectures are given in English.

**CONTENU**

1. Evolution artificielle I
2. Evolution artificielle II
3. Systèmes cellulaires
4. Réseaux de neurones
5. Systèmes comportementales
6. Robotique évolutive
7. Co-évolution compétitive des systèmes
8. Electronique évolutive
9. Systèmes de développement
10. Evolution des formes
11. Système immunitaire artificiel
12. Intelligence collective et comportements d'essaims
13. Research presentations by students
14. Research presentations by students

**CONTENTS**

1. Evolutionary systems I
2. Evolutionary systems II
3. Cellular systems
4. Neural systems
5. Behavioral system
6. Evolutionary Robotics
7. Competitive co-evolution
8. Evolvable electronics
9. Developmental systems
10. Shape evolution
11. Immune systems
12. Collective systems and swarm intelligence
13. Research presentations by students
14. Research presentations by students

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, laboratory, mini-projects, research assignments + presentation	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	- Lecture handouts - Nolfi & Floreano (2004, paperback) Evolutionary Robotics. The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. MIT Press	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral + continu
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: MÉCANIQUE VIBRATOIRE</b>				<b>Title: MECHANICAL VIBRATIONS</b>	
<b>Enseignant: Thomas GMÜR, Professeur EPFL/SGM</b>					
	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Modélisation et analyse des systèmes discrets linéaires, dissipatifs, avec modes réels et modes complexes. Etude de leur comportement en régimes libre et forcé. Modélisation et analyse des systèmes continus. Introduction aux systèmes non linéaires et à caractéristiques variables.

**CONTENU**

- L'oscillateur élémentaire**  
Généralités et définitions. Régimes libre, forcé et permanent. Considérations énergétiques. Admittances complexe, opérationnelle et temporelle. Réponse complexe en fréquence. Exemples d'application.
- L'oscillateur à deux degrés de liberté**  
Etude du régime libre et du couplage. Fréquence de la fondamentale par la méthode de Rayleigh. Exemples d'application.
- L'oscillateur generalize**  
Formes quadratiques des énergies. Matrices de rigidité et des masses. Solution générale du régime libre. Coordonnées normales. Quotient de Rayleigh. Fonction de dissipation et matrice des pertes. Condition de Caughey. Exemples d'application
- Systèmes continus du deuxième ordre**  
Equations de d'Alembert pour les vibrations latérales des cordes, les vibrations longitudinales dans les barres et les vibrations de torsion. Equation des vibrations de flexion des poutres. Solution par séparation des variables. Méthodes approchées de Rayleigh. Théorème du minimum. Exemples d'application
- Oscillateur élémentaire non linéaire**  
Causes des non-linéarités. Equation de Duffing. Étude de quelques cas particuliers de non-linéarités et de quelques méthodes d'intégration. Exemples d'application.

**OBJECTIVE**

Modeling and analysis of discrete, linear, mechanical vibration systems with real and complex modes. Study of their behaviour in free and forced motion. Modeling and analysis of continuous systems. Introduction to non linear vibrations and variable characteristics systems.

**CONTENTS**

- Single degree of freedom oscillator**  
Generalities and definitions. Free, harmonic and forced motion. Energy considerations. Complex, operational and temporal admittance. Complex response function. Examples.
- Two degrees of freedom oscillator**  
Coupled and uncoupled motions. Rayleigh method for the first natural frequency. Examples.
- Multi-degree of freedom oscillator**  
Quadratic forms of the energies. Mass and rigidity matrices. General solution of the free vibration problem. Normal coordinates. Rayleigh quotient. Dissipation function and damping matrix. Caughey condition. Examples.
- Vibrations of continuous systems**  
Wave equation for transverse vibrations of wires, longitudinal vibrations in bars and torsional vibrations. Equation of motion for flexural vibrations. Solution by separation of variables. Approximate methods of Rayleigh. Theorem of minimum. Examples.
- Elementary nonlinear oscillator**  
Sources of nonlinear response. Duffing's equation. Particular cases and methods of integration. Examples.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> ex cathedra avec exercices hebdomadaires	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> cours polycopié et livre PPUR	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Mécanique des structures	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique numérique des solides et des structures	

<b>Titre: NANOMATÉRIAUX</b>		<b>Title: NANOMATERIALS</b>			
<b>Enseignant: Heinrich HOFMAN, Professeur EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Alke PETRI, Chargé de cours EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Dans ce cours, nous allons développer le concept des nanoréseaux ainsi que leur rôle dans les systèmes naturels et leur intégration dans les technologies actuelles. Nous allons explorer les caractéristiques uniques de ce genre de matériaux, en particulier les propriétés liées à la taille, aux grandes surfaces spécifiques ainsi que l'interaction inter atomique et les niveaux d'énergie qui en résultent. Nous allons élaborer et discuter la relation entre la structure spéciale de ces matériaux et leurs propriétés.

**CONTENU**

Nous discuterons de leur application dans les technologies actuelles comme par exemple dans l'industrie électronique, optique, céramique, magnétique, catalytique . Nous voulons mettre en relation les fonctions et les propriétés des matériaux avec leur taille.

1. Introduction sur les nanomatériaux
2. Atomes, clusters et nanomatériaux
3. Préparation, synthèse
  - voie chimique
  - voie physique
  - biomimétique
4. Propriétés des nanoréseaux
  - mécaniques
  - chimiques
  - magnétiques
  - optiques
  - électroniques
5. Applications futures

**OBJECTIVE**

In this course we will develop the concept of nanomaterials and its role in nature as well as its integration in today's technology. We will explore the unique characteristics of these special materials in particular with the properties related to the grain size, the high surface area as well as interatomic interactions leading to split in electronic energy. We will elaborate and discuss these special properties related to the microstructure of these materials.

**CONTENTS**

We will discuss the use of nanomaterials in electronics, optics, ceramics, magnetic and catalytic applications. We will attempt to relate properties of materials with respect to size of the building blocks.

1. Introduction
2. Atoms, clusters and nanomaterials
3. Preparation, synthesis
  - chemical
  - physical
  - biomimetic
4. Properties of nanomaterials
  - mechanic
  - chemical
  - magnetic
  - optic
  - electronic
5. Future applications

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours et exercices, conférences	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes de cours et copies d'articles	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Ponctuel (oral)
<i>Préalable requis:</i> Chimie, Physique et Matériaux	
<i>Préparation pour:</i> Projet de semestre, diplôme, doctorat	

<b>Titre: PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET OPTIQUES DES MATÉRIAUX</b>		<b>Title: DIELECTRIC AND OPTICAL PROPERTIES OF MATERIALS</b>			
<b>Enseignant: Dragan DAMJANOVIC, Privat-Doctent EPFL/SMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est d'approfondir les connaissances sur les propriétés diélectriques, électromécaniques et optiques des matériaux et de comprendre les principes physiques de fonctionnement des dispositifs diélectriques, piézo-électriques, pyroélectriques, ferroélectriques et optiques.

**CONTENU**

Polarisation diélectrique. Relaxation diélectrique dans des céramiques et des polymères. Perte diélectrique. Propriétés diélectriques non linéaires. Hystérésis. Spectroscopie diélectriques. Condensateurs et isolateurs. Claquage diélectrique. Vieillessement. Les matériaux isolants pour les « packaging » de circuits électroniques.

Effet piézoélectrique. Diélectriques polaires. Couplage des propriétés thermiques, mécaniques et électriques. Electrostriction. Ferroélectricité. Domaines ferroélectriques et ferroélastiques. Céramiques et polymères piézoélectriques. Matériaux composites. Résonance piézoélectrique. Applications des matériaux piézoélectriques : capteurs, actuateurs et transducteur ultrasonique. Applications médicales des matériaux piézoélectriques.

Pyroélectricité, matériaux et dispositifs pyroelectricque.

Thermistors. Effet PTC et NTC.

Propriétés optiques des monocristaux, des céramiques et des verres. Effet électro-optique et dispositifs électro-optiques.

**OBJECTIVE**

To deepen knowledge of electrical, electro-mechanical and optical properties of materials and understand principles of functioning of various dielectric, piezoelectric, pyroelectric, ferroelectric and optical devices.

**CONTENTS**

Dielectric polarization. Dielectric relaxation in ceramics and polymers. Dielectric loss. Nonlinear dielectric properties. Hysteresis. Dielectric spectroscopy. Capacitors and insulators. Dielectric breakdown. Aging. Insulating materials for electronic packaging.

Piezoelectric effect. Polar dielectrics. Coupling of thermal, mechanical and electrical properties. Electrostriction. Ferroelectricity. Ferroelectric and ferroelastic domains. Piezoelectric ceramics and polymers. Composite materials. Piezoelectric resonance. Applications of piezoelectric materials: actuators, sensors and ultrasonic transducers. Medical application of piezoelectric materials.

Pyroelectricity and pyroelectric materials and devices.

Thermistors. PTC and NTC effects.

Optical properties of single crystals, ceramics and glasses. Electro-optic effect and devices

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés ; « Electroceramics » Moulson, Chapman&Hall 1990	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Ponctuel (oral)
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: TRANSFORMATION DE PHASE</b>		<b>Titre: PHASE TRANSFORMATION</b>			
<b>Enseignant: Michel RAPPAZ, Professeur EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 3</b>
CHIMIE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de raisonner sur les phénomènes physiques intervenant lors des transformations de phase liquide-solide et à l'état solide. Ils pourront en particulier quantifier des relations entre conditions de transformation et composition d'une part et microstructures obtenues d'autre part.

**OBJECTIVE**

The students should comprehend the physical phenomena which control the phase transformations from liquid to solid and in the solid state. Particularly, they should be able to quantify the relationship which exists between transformation conditions / composition on the one hand and resulting microstructures on the other hand.

**CONTENU**

- Diagrammes d'équilibres
- Diffusion
- Interfaces
- Solidification
- Transformation de phase à l'état solide
- Recristallisation
- Précipitation dans les alliages
- Transformations sans diffusion

**CONTENTS**

- Equilibrium phase diagrams
- Diffusion
- Interfaces
- Solidification
- Solid state phase transformations
- Recrystallization
- Precipitation in important alloys
- Diffusion phase transformations

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> D. A. Porter, K. Easterling: Phase Transformations in Metals and Alloys, Chapman-Hall, London, 2ème ed. 1992 W. Kurz, D. J. Fisher: Fundamentals of Solidification, Trans Tech Publ., Zürich-Uetikon, 3ème ed. 1992 J. D. Verhoeven: Fundamentals of Physical Metallurgy, Wiley, 1975	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Thermodynamique chimique <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral

<b>Titre: COMMUNICATIONS NUMÉRIQUES AVANCÉES</b>		<b>Title: ADVANCED DIGITAL COMMUNICATIONS</b>			
<b>Enseignant: Suhas DIGGAVI, Professeur assistant EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
SSC.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
ORIENTATION RI.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une suite du cours "Principes de communications numériques".

Nous discuterons des techniques de traitement de signaux numériques avancés qui sont communément employés dans les dispositifs modernes de communication.

**CONTENU**

1. Révision
2. Transmission sur des canaux linéaires stationnaires
3. Communications à utilisateurs multiples
4. Comment approcher la capacité : indications de la Théorie de l'Information

**OBJECTIVE**

This course is a sequel to the course "Principles of digital communications."

We will discuss advanced digital signal processing techniques, which are commonly employed in modern communications devices.

**CONTENTS**

1. Review (hypothesis testing, inner product spaces transforms, sampling theorem, Nyquist criterion, complex Gaussian random variables, passband systems )
2. Transmission over Linear Time-Invariant Channels
  - maximum likelihood sequence estimator : Viterbi Algorithm
  - equivalent discrete time channel
  - whitening filter
  - equalizers (minimum mean squared, zero forcing criterion, decision feedback)
  - OFDM
3. Multiuser communications
  - multiple access communications
  - Access techniques: spread spectrum, TDMA.
  - Detection techniques: Maximum Likelihood; Linear multiuser detectors.
4. How to Approach Capacity : Clues from Information Theory;
  - review
  - capacity of specific signaling sets
  - multilevel modulation and the chain rule
  - Transmission over Linear Time-Invariant channels: Waterfilling
  - multiple-access channels

**Ce cours est donné en anglais**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra + exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Principes of digital communications	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: ALGÈBRE POUR COMMUNICATION NUMÉRIQUE</b>		<b>Title: ALGEBRA FOR NUMERICAL COMMUNICATION</b>			
<b>Enseignant: Eva BAYER FLUCKIGER, Professeure EPFL/SMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
SSC. ....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Apporter les notions d'algèbre nécessaires pour certains sujets de communication numérique.

**OBJECTIVE**

Give the basic notions of algebra needed for certain topics of numerical communication.

**CONTENU**

1. Rappels arithmétiques
2. Congruences et classes de congruences
3. Anneaux et corps
4. Groupes
5. Polynômes
6. Corps finis

**CONTENTS**

1. Basic arithmetic
2. Congruences and congruence classes
3. Rings and fields
4. Groups
5. Polynomials
6. Finite fields

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> L.N. Childs « A concrete introduction to higher Algebra », Springer	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre: CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ</b>		<b>Titre: CRYPTOGRAPHY AND SECURITY</b>			
<b>Enseignant: Serge VAUDENAY, Professeur EPFL/SSC</b>					
<b>Philippe OECHSLIN, Chargé de cours EPFL/SSC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
SSC.....	7 ou 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
ORIENTATION IS.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
INFORMATIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre les menaces contre les réseaux informatiques, savoir comment les protéger par des mesures techniques ou organisationnelles. Introduire les bases de la cryptographie : comment l'implémenter, comment l'utiliser..

**CONTENU**

- 1. Cryptographie conventionnelle :**
  - chiffrement par blocs, modes opératoires, chiffrement par flots, fonctions de hachage, codes d'authentification de message
  - attaques par force brute, paradoxe des anniversaries
  - application au contrôle d'accès
- 2. Cryptographie à clef publique :**
  - RSA : cryptosystème à clef publique, exemple de problèmes de sécurité, signature numérique
  - protocole de Diffie-Hellman, chiffrement et signature de ElGamal
- 3. Aspects techniques :**
  - attaques communes : virus, chevaux de Troie, déni de service, crackage
  - mesures de protection : filtres, pare-feus, proxys, anti-virus, détection d'intrusion
  - protocoles : IPSec, HTTPS, SSL/TLS, PGP, S/MIME, SSH, PPTP
- 4. Aspects organisationnels :**
  - analyse de risque et politiques de sécurité
  - audit de sécurité
- 5. Aspects humains et de régulation :**
  - aspects légaux sur la sphère privée et la protection de la propriété intellectuelle
  - éthique, sensibilisation, dissuasion

**OBJECTIVE**

To understand the threats to which computer networks are expose, to know how to protect a network using appropriate technical and organisational measures. To introduce basic cryptography: how to implement it, how to use it.

**CONTENTS**

- 1. Conventional cryptography:**
  - block ciphers, modes of operation, stream ciphers, hash functions, message authentication codes
  - brute force attacks, birthday paradox
  - applications to access control
- 2. Public key cryptography:**
  - RSA: public key cryptosystem, example of security faults, digital signature
  - Diffie-Hellman protocol, ElGamal encryption and signature
- 3. Technical aspects:**
  - common attacks: virus, Trojan horse, denial of service, cracking
  - protective measures: filters, firewalls, proxys, anti-virus, intrusion detection
  - protocols: IPSec, HTTPS, SSL/TLS, PGP, S/MIME, SSH, PPTP
- 4. Organisational aspects:**
  - risk analysis and security polices
  - security inspection and audit
- 5. Regulation and human aspects:**
  - legal aspects related to privacy, intellectual property protection
  - ethics, awareness, dissuasion

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Communication Security : an introduction to cryptography. Serge Vaudenay	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<b>Préalable requis:</b> Specialization in information and communication security	et contrôle continu
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: THEORIE DE L'INFORMATION ET CODAGE</b>		<b>Titre: INFORMATION THEORY AND CODING</b>			
<b>Enseignant: Emre TELATAR, Professeur EPFL/SSC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
SSC. ORIENTATION IS .....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction à l'étude quantitative de la transmission de l'information avec mise en relief des concepts fondamentaux pour l'ingénierie de systèmes de communication fiables et efficaces.

**OBJECTIVE**

Introduction to the quantitative study of the transmission of information with emphasis on concepts fundamental to the engineering of reliable and efficient communication systems.

**CONTENU**

1. Définition mathématique de l'information et étude de ses propriétés.
2. Codage de source : représentation efficace des sources de messages.
3. Canaux de communication et leur capacité.
4. Codage pour une communication fiable dans un canal bruité.
5. Communication à plusieurs utilisateurs : accès multiple et canaux "broadcast".

**CONTENTS**

1. Mathematical definition of information and the study of its properties.
2. Source coding: efficient representation of message sources.
3. Communication channels and their capacity.
4. Coding for reliable communication over noisy channels.
5. Multi-user communications: multi access and broadcast channels.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra + exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> T. M. Cover et J. A. Thomas, Elements of Information Theory, New York: J. Wiley and Sons, 1991.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<b>Préalable requis:</b> Probabilités et Statistiques I et II ou Processus stochastiques pour les communications	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: MODÈLES STOCHASTIQUES POUR LES COMMUNICATIONS</b>		<b>Titre: STOCHASTIC MODELS IN COMMUNICATIONS</b>			
<b>Enseignant: Patrick THIRAN, Professeur assistant EPFL/SSC</b> <b>Olivier DOUSSE, Chargé de cours EPFL/SSC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
SSC.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
INFORMATIQUE.....	5, 7, 9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
PHYSIQUE.....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
MATHÉMATIQUES.....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les outils des processus aléatoires utilisés par un ingénieur en systèmes de communication

**OBJECTIVE**

To acquire a working knowledge of the tools of random processes used by a communication systems engineer.

**CONTENU**

1. Rappels de probabilité : axiomes de probabilité, variable aléatoire et vecteur aléatoire.
2. Processus stochastiques à temps continu et à temps discret : analyse du second ordre (stationarité, ergodisme, densité spectrale, relations de Wiener-Khintchine, réponse d'un système linéaire invariant à des entrées aléatoires, processus gaussien, processus ARMA, filtres de Wiener).
3. Processus de Poisson et bruit impulsif de Poisson
4. Chaînes de Markov à temps discret. Chaînes ergodiques, comportement asymptotique, chaînes absorbantes, temps d'atteinte, marches aléatoires simples, processus de branchement.
5. Chaînes de Markov à temps continu. Processus de naissance et de mort à l'état transitoire et stationnaire. Files d'attente simples: définition, loi de Little, files M/M/1... M/M/s/K, M/G/1.

**CONTENTS**

1. Review of probability: axioms of probability, random variable and random vector.
2. Continuous-time and discrete-time stochastic processes: second-order analysis (stationarity, ergodism, spectral density, Wiener-Khintchine relations, response of a LTI system to random inputs, Gaussian processes, ARMA processes, Wiener filter).
3. Poisson process and Poisson shot noise.
4. Discrete-time Markov chains. Ergodic chains, asymptotic behavior, absorbing chains, reaching time, simple random walks, branching processes.
5. Continuous-time Markov chains. Birth and death process: transient and steady-state analysis. Simple queues: definitions, Little's law, M/M/1... M/M/s/K, M/G/1 queues.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Cours de base en probabilité, analyse et algèbre linéaire.	examen écrit et contrôle continu
<i>Préparation pour:</i> Cours en Systèmes de Communication à l'EPFL et à Eurécom	

<b>Titre: PRINCIPES DES COMMUNICATIONS NUMERIQUES</b>		<b>Titre: PRINCIPLES OF DIGITAL COMMUNICATIONS</b>			
<b>Enseignant: Ruediger URBANKE, Professeur EPFL/SSC</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
SSC.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Acquisition des notions de base dans les communications numériques d'un point de vue moderne. Le modèle de base consiste en une source, un émetteur, un canal et un récepteur. On suivra une approche nouvelle qui analyse le système entier à travers des raffinements successifs du modèle. L'avantage de cette approche est qu'on comprend rapidement les rôles fondamentaux de tous les composants d'un système de communication numérique. Les détails du système seront approfondis graduellement. A la fin du cours, l'étudiant comprendra les choix essentiels qui sont à sa disposition et pourra évaluer les conséquences de ces choix sur la performance du système résultant.

**CONTENU**

- Récepteur optimal pour des canaux vectoriels
- Récepteur optimal pour des canaux en temps continu (AGB)
- Différentes méthodes de signalisation et leur performances
- Signalisation efficace a l'aide de machines a état fini
- Décodage efficace a l'aide de l'algorithme de Viterbi
- Communication à travers des canaux AGB de largeur de bande limitée
  - Nyquist
  - impulsions "Root raised cosine"
  - filtre de blanchissage et décodage de Viterbi
- Communication en bande passante a travers des canaux AGB
- Communication a travers des canaux a évanouissement

**OBJECTIVE**

Learn the fundamentals of digital point-to-point communications as seen from a modern point of view. The setup consists of a source, a transmitter, a channel, and a receiver. We will follow a new approach which consists of several passes over the above setup, changing focus at each pass. The advantage of this approach is that we quickly get a rough picture of all components of a communication system, and then refine the initial picture as the semester proceeds. At the end of the course the student should be familiar with key design choices and should be able to evaluate the impact of those choices on the performance of the resulting system.

**CONTENTS**

- Optimal receiver for vector channels
- Optimal receiver for waveform (AWGN) channels
- Various signaling schemes and their performance
- Efficient signaling via finite-state machines
- Efficient decoding via Viterbi algorithm
- Communicating over bandlimited AWGN channels
  - Nyquist
  - Root raised cosine pulses
  - Whitening matched filter and Viterbi decoder
- Communicating over passband AWGN channels
- Communicating over fading channels

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra + exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Lecture notes	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Cours « Traitement des signaux pour les communications » et « Processus stochastiques pour les communications »	
<i>Préparation pour:</i> Advanced digital communications Software-Defined Radio: A Hands-On Course	

<b>Titre: RECHERCHE OPÉRATIONNELLE</b>		<b>Title: OPERATIONS RESEARCH</b>			
<b>Enseignant: Michela SPADA, Chargée de cours EPFL/SMA</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
SSC.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

- Les étudiants seront familiarisés avec :
- les principaux modèles de la recherche opérationnelle ;
  - la modélisation mathématique de processus techniques, logistiques et de gestion, en vue de l'optimisation des décisions sous-jacentes ;
  - l'utilisation de techniques d'optimisation, également en présence d'éléments stochastiques.

**CONTENU**

**Programmation linéaire**  
 Modélisation à l'aide de la programmation linéaire.  
 Méthode du simplexe.  
 Dualité, post-optimisation et méthode duale du simplexe.  
 Programmation paramétrique.  
 Système d'inégalités linéaires, polyèdres, lemme de Farkas.

**Notions des ensembles et fonctions convexes**  
 Problèmes d'optimisation associés.

**Optimisation séquentielle**  
 Programmation dynamique déterministe  
 Applications : plus court chemin, problèmes de gestion des stocks, problème du sac à dos.

**Optimisation dans les graphes**  
 Connexité, arbres, chaînes, chemins, cycles, circuits.

Le problème du transbordement.  
 Arbres couvrants du poids maximum.

**Applications à la modélisation**

**OBJECTIVE**

- Students. will be thoroughly familiar with:
- the various operations research models
  - the mathematical modeling of processes, from technology, logistics and management, in due of optimising the underlying decisions
  - the use of optimisation techniques also in a stochastic environment.

**CONTENTS**

**Linear programming**  
 Formulating lp models. Simplex algorithm.  
 Duality, post-optimization.  
 Dual simplex, method.  
 Parametric programming.  
 Linear inequality systems, polhedra.

**Convex sets and functions**  
 Associated optimisation problems.

**Sequential optimization**  
 Deterministic dynamic programming.  
 Applications: shortest path problem, inventory problems, knapsack problem.

**Optimization problems in Graphs**  
 Connexity, trees, chains, path, cycle, circuits, description matrices.  
 Transshipment problem.  
 Maximum weight spanning trees.

**Modeling applications**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra et exercices en sale, travaux pratiques	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes photocopiées J.F. Hêche, Th.M. Liebling, D. de Werra, Recherche Opérationnelle pour ingénieurs, tomes I et II.	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Analyse, algèbre linéaire, informatique		
<i>Préparation pour:</i>	Conception et gestion de systèmes de communication, algorithmique		

<i>Titre:</i> <b>INFOGRAPHIE</b>			<i>Title:</i> <b>COMPUTER GRAPHIC</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Daniel THALMANN, Professeur EPFL/SIN</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
INFORMATIQUE.....	6, 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SSC.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
PHYSIQUE.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

**OBJECTIFS**

Ce cours s'adresse à tous les futurs ingénieurs qui devront un jour visualiser graphiquement des objets, des mécanismes, des circuits, des constructions, des matériaux, des phénomènes physiques, chimiques, biomédicaux, électriques, météorologiques, etc... . Le cours va expliquer les concepts et les méthodes de base pour modéliser des objets graphiques, les transformer et leur donner des aspects réalistes. Il montre aussi comment on peut tenir compte de l'évolution des formes au cours du temps et explique les principes de la Réalité Virtuelle. A la fin du cours, les étudiants seront capables de réaliser des logiciels graphiques et d'animation sur une station graphique.

**CONTENU**

1. **INTRODUCTION**  
Historique, matériel graphique, modèles graphiques, transformations visuelles, transformations d'images
2. **MODELISATION GÉOMETRIQUE**  
Courbes et surfaces paramétriques, balayages, surfaces implicites
3. **RENDU REALISTE**  
Couleur, visibilité des surfaces, lumière synthétique, transparence simple, lancer de rayons, texture
4. **ANIMATION PAR ORDINATEUR**  
Principes de base, animation par dessins-clés, métamorphoses, animation procédurale, animation de corps articulés, cinématique inverse
5. **REALITE VIRTUELLE**  
Equipements de réalité virtuelle, systèmes de réalité virtuelle

**OBJECTIVE**

This course is dedicated to future engineers who will have someday to visualize graphically objects, mechanisms, circuits, buildings, materials, physical, chemical, biomedical, electric, or meteorological phenomena etc. The course will explain the basic concepts and methods to model graphical objects, transform them and give them realistic aspects. It will also show how take into account the evolution of shapes over time and explain the principles of Virtual Reality. At the end of the course, students will be able to develop graphical and animation software on a graphics workstation

**CONTENTS**

1. **INTRODUCTION**  
Historical background, graphics hardware, graphical models, visual transformations, image transformations
2. **GEOMETRIC MODELLING**  
Parametric curves and surfaces, swept surfaces, implicit surfaces
3. **REALISM**  
Color, surface visibility, synthetic light, simple transparency, ray-tracing, texture
4. **COMPUTER ANIMATION**  
Basic principles, key-frame animation, morphing, procedural animation, animation of articulated bodies, inverse kinematics
5. **VIRTUAL REALITY**  
Virtual reality devices, Virtual Reality systems

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex-cathédra, films, démos	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes de cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	avec contrôle continu
<i>Préparation pour:</i> Advanced Computer Graphics, Virtual Reality	

<b>Titre: GÉNIE LOGICIEL</b>		<b>Title: SOFTWARE ENGINEERING</b>			
<b>Enseignant: Thomas BAAR, chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
INFORMATIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 4</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Maîtriser une méthode de développement de logiciels par objets.

**CONTENU**

**Résumé :** Méthode de développement par objets Fondue (UML), ses modèles et son processus de développement. Eléments de conception de l'interface homme-machine. Documentation d'utilisation du logiciel.

**Modèles d'analyse :** 1. Modèle des classes du domaine et d'analyse: classe, association, multiplicités, agrégation, généralisation et spécialisation, structuration du modèle des classes. 2. Modèle du contexte du système : acteurs, système, événements. 3. Modèle des opérations du système : pré- et postconditions, schémas d'opération; langage OCL, langage de contraintes sur les objets. 4. Protocole d'interface du système.

**Processus d'analyse et vérifications,** y compris utilisation de scénarios et cohérence des modèles.

**Modèles de conception :** 1. Modèle d'interactions : diagrammes de collaborations entre objets, objets et collections d'objets, envoi de messages, enchaînements de messages. 2. Modèle de dépendances entre objets et classes, et leurs caractéristiques. 3. Modèle d'héritage. 4. Modèle des classes de conception.

**Processus de conception :** Contrôleurs et collaborateurs, décomposition hiérarchique, interface d'utilisateur, architecture client-serveur, héritage versus généralisation et spécialisation, principes de "bonne" conception. Vérifications.

**Mappage de la conception vers un langage de programmation :** 1. Modèle des classes d'implémentation. 2. Interface de classe: héritage, attributs, méthodes, public versus privé. Mappage de collections. 3. Découplage de classes. 4. Implémentation des méthodes : itérateurs, traitement des erreurs. 4. Implémentation du protocole d'interface du système.

**Processus d'implémentation :** mappage, performance, vérifications

**DOCUMENTATION**

Alfred Strohmeier; Overview of the Object-Oriented Technology; EPFL, Switzerland.  
Alfred Strohmeier; Fondue Tutorial; EPFL, Switzerland.

**OBJECTIVE**

To master an object-oriented software development method

**CONTENTS**

**Abstract:** The object-oriented development method Fondue (UML), its notations and its development process. Introduction to the design of human-computer interfaces. Users' Documentation.

**Analysis Models:** 1. Domain and Analysis Class Models: Class, Association, Multiplicities, Aggregation, Generalization and Specialization, Structuring Class Models. 2. System Context Model: actors, system, events. 3. System Operation Model: pre- and postconditions, operation schema; language OCL, the Object Constraint Language. 4. System Interface Protocol.

**Analysis process and verifications,** including the use of scenarios and consistency between models.

**Design Models:** 1. Interaction Model: collaboration diagrams, objects and object collections, message sending, message sequencing. 2. Dependency Model: usage dependency and references, other characteristics. 3. Inheritance Model. 4. Design Class Model.

**Design process:** Controllers and collaborators, hierarchical decomposition, user interface, client-server architecture, inheritance versus generalization-specialization, principles of good design. Checks.

**Mapping a design to a programming language:** 1. Implementation class model. 2. Class interface: inheritance, attributes, methods, public versus private features, mapping collections. 3. Decoupling classes. 4. Implementing methods: iterators, error handling. 4. Implementing the system interface protocol.

**Implementation process:** mapping, performance, checks.

[http://lg1www.epfl.ch/teaching/software\\_engineering/home\\_page.html](http://lg1www.epfl.ch/teaching/software_engineering/home_page.html)  
Craig Larman; Applying UML and Patterns; Prentice-Hall, 1998.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices sur papier	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Voir "Documentation"	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i>	Contrôle continu
<i>Préparation pour:</i> Projet génie logiciel	

<b>Titre: INTELLIGENCE ARTIFICIELLE</b>			<b>Title: ARTIFICIAL INTELLIGENCE</b>		
<b>Enseignant: Boi FALTINGS, Professeur EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 84</b>
INFORMATIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES .....	6, 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
SSC .....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
PHYSIQUE .....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les principales techniques pour la réalisation de systèmes à base de connaissances et des agents intelligents.

**OBJECTIVE**

Basic principles for implementing knowledge systems and intelligent agents.

**CONTENU**

1. Notions de base : logique des prédicats, inférence et démonstration automatique des théorèmes
2. Programmation symbolique, en particulier en LISP
3. Algorithmes de recherche, moteurs d'inférence, systèmes experts
4. Diagnostic : par raisonnement incertain, par système expert, et par modèles
5. Raisonnement avec des données incertaines : logique floue, inférence Bayésienne
6. Satisfaction de contraintes : définition, consistance, heuristiques de recherche, propagation locale, limites théoriques et complexité
7. Planification automatique : modélisation, planification linéaire et non-linéaire
8. Apprentissage automatique : induction d'arbres de décision et de règles, algorithmes génétiques, explanation-based learning

**CONTENTS**

1. Basics: predicate logic, inference and theorem proving
2. Symbolic programming, in particular LISP
3. Search algorithms, inference engines, expert systems
4. Diagnosis: using uncertainty, rule systems, and model-based reasoning
5. Reasoning with uncertain information: fuzzy logic, Bayesian networks
6. Constraint satisfaction: definitions, consistency, search heuristics, local propagation, theoretical limits and complexity
7. Planning: modeling, linear and non-linear planning
8. Machine learning: learning from examples, learning decision trees and rules, genetic algorithms, explanation-based learning, case-based reasoning

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié : Intelligence Artificielle Winston & Horn: LISP, Addison Wesley Russel & Norvig: Artificial Intelligence: A Modern approach, Prentice Hall	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Programmation IV <i>Préparation pour:</i> Intelligent Agents	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Contrôle continu

<b>Titre: THÉORIE DE L'INFORMATION</b>		<b>Titre: INFORMATION THEORY</b>			
<b>Enseignant: Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
INFORMATIQUE.....	5, 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MATHÉMATIQUES .....	5, 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
PHYSIQUE .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter les notions de base de la théorie de l'information et leurs applications dans le codage et la cryptographie.

**OBJECTIVE**

Introduce basic notions of information theory and their applications in coding and cryptography

**CONTENU**

1. Notions de base : mesures quantitatives de l'incertitude et de l'information  
propriétés fondamentales de ces mesures
2. Principe de codage d'information  
compression de données  
codes de Huffman
3. Information en présence d'erreurs  
capacité d'un canal  
codes correcteurs d'erreurs  
codes linéaires par blocs  
codes convolutifs
4. Cryptographie  
théorèmes fondamentaux  
cryptographie à clés secrètes  
fonctions à sens unique  
cryptographie à clé publique  
authentification et signatures numériques

**CONTENTS**

1. Basic notions  
quantitative measures of uncertainty and information  
basic properties of these measures
2. Principles of coding  
data compression  
Huffman codes
3. Information in the presence of errors  
capacity of a medium  
error-correcting codes  
linear block codes  
convolutional codes
4. Cryptography  
fundamental theorems  
cryptosystems with a secret key  
one-way functions  
cryptosystems with a public key  
authentication and digital signatures

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours virtuel on-line avec quelques séances ex cathedra	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié du cours Dominic Welsh: Codes and Cryptography, Oxford Science Publications Cover & Thomas: Information Theory, Wiley	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: ASTRONOMIE ET LOCALISATION PAR SATELLITES</b>			<b>Titre: SATELLITE POSITIONING</b>		
<b>Enseignant: Bertrand MERMINOD, Professeur EPFL/SIE</b>					
<b>Hubert DUPRAZ, Chargé de cours EPFL/SIE</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
SIE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GENIE CIVIL.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Assimiler les mécanismes fondamentaux de l'astronomie descriptive et comprendre quelques méthodes de localisation et d'orientation.

Comprendre les algorithmes de localisation GPS sur la base des mesures de code et de phase, en modes statique et cinématique.

Saisir les éléments nécessaires à la planification des travaux de terrain et percevoir les tendances de l'évolution des systèmes de positionnement.

**CONTENU**

**Astronomie de position**

Trigonométrie sphérique – Systèmes de coordonnées et de temps – Réfraction astronomique – Détermination d'azimuts et de positions – Caméra zénithale

**Mesures satellitaires**

Modèle des pseudo-distances (rappels) – Solution de navigation – Session statique – Modèle des mesures de phase – Différences simples, doubles et triples – Ambiguïtés et sauts de cycles – Réfraction atmosphérique

**Algorithmes**

Partition et décorrélation des observations – Moindres carrés séquentiels – Partition des paramètres

**Modes de mesures GPS**

Récepteurs bi-fréquence – Initialisation en mouvement – Levé intermittent – Planification des sessions de mesure – Précision et logistique

**Evolution technologique**

Autres systèmes de satellites – Combinaison avec des techniques terrestres – Localisation et télécommunications – Systèmes futurs

**OBJECTIVE**

To assimilate the fundamental mechanisms of the descriptive astronomy and to understand some methods to determine the position and the orientation.

To understand the algorithms for computing GPS positions based on code and phase observables, in static and kinematic modes.

To grasp the essential features for a proper planning of the field operations and to perceive the trends in the evolution of positioning systems.

**CONTENTS**

**Astronomical positioning**

Spherical trigonometry – Coordinates and time systems – Astronomical refraction – Orientation and positioning methods – Zenithal camera

**Satellite Observables**

Model for pseudo-ranges (refresher) – Navigation solution – Single point positioning – Model for carrier phases – Simple, double and triple differences – Cycle ambiguities and slips – Atmospheric refraction

**Algorithms**

Partitioning and decorrelation of observations – Sequential least squares – Partitioning of parameters

**GPS measurement modes**

Dual-frequency receivers – On-the-fly initialisation – Stop-and-go survey – Mission planning – Precision and logistics

**Technological Evolution**

Other satellite systems – combination with terrestrial techniques – Positioning and telecommunications – Future systems

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra, exercices et travaux pratiques	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopiés <i>Astronomie de position, Localisation par satellites</i>	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Positionnement et cartographie	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<b>Préalable requis:</b>	Topométrie générale, Calcul de compensation, Statistique		
<b>Préparation pour:</b>	Géodésie, Outils géomatiques		

<b>Titre: HYDROLOGIE DE L'INGÉNIEUR</b>				<b>Title: ENGINEERING HYDROLOGY</b>	
<b>Enseignant: André MUSY Professeur EPFL/SIE</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
SIE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
GÉNIE CIVIL.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
PHYSIQUE.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Décrire, expliquer et appliquer les concepts, méthodes et techniques hydrologiques pour le dimensionnement des ouvrages d'aménagement et de gestion des eaux ainsi que pour mieux cerner leurs impacts sur l'environnement.

**OBJECTIVE**

Describe, explain and apply conceptual approaches, methodologies and hydrological techniques for designing hydraulic structures and operate water resources systems accounting for environmental assessment.

**CONTENU**

- **Processus et comportements hydrologiques (rappel)**
- **Analyse pluviométrique**
  - fonction de production
  - pluie de projet
- **Relation pluie-débit**
  - fonction de transfert
  - fonction d'acheminement
- **Modélisation hydrologique**
- **Chapitres choisis**
  - dimensionnement des ouvrages de rétention
  - analyse des crues
  - analyse des étiages
  - prévision hydrologique
- **Utilisation d'outils informatiques appropriés dans le domaine de l'hydrologie appliquée à l'ingénierie**

**CONTENTS**

- **Process and hydrological behaviour (reminder)**
- **Rainfall analysis**
  - production / loss function
  - design storm
- **Rainfall-runoff relationship**
  - overland flow / transfer function
  - flood routing
- **Hydrological modelling**
- **Selected chapters**
  - design of floods control in detention ponds
  - floods analysis
  - draught analysis
  - hydrological forecasting
- **Computer application for applied engineering hydrology with specific software**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Cours ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Cours polycopié, cours virtuel sur le Web	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Physique du sol II, Approvisionnement et désapprovisionnement en eau, Aménagements hydrauliques	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen écrit
<b>Préalable requis:</b>	Hydrologie générale, Hydraulique et réseaux		
<b>Préparation pour:</b>	Cours mineur MS « Ingénierie des eaux, du sol et des écosystèmes », section SIE et « Eau », section GC		

<b>Titre: PHOTOCHEMIE ATMOSPHERIQUE</b>		<b>Titre: ATMOSPHERIC PHOTOCHEMISTRY</b>			
<b>Enseignant: Hubert VAN DEN BERGH, Professeur EPFL/SIE</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
SIE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 2</b>

**OBJECTIFS**

Acquérir les bases nécessaires pour traiter les problèmes de l'air qui se posent à l'ingénieur.

Apprendre à faire les mesures de paramètres clé physiques et chimiques de l'atmosphère, et la modélisation simple et complexe.

**OBJECTIVE**

Acquire the knowledge engineers need to solve air quality problems.

In this course, the student learns to measure some of the basic physical and chemical properties of the atmosphere and one learns to understand and work with simple and complex atmospheric models.

**CONTENU**

**Travaux pratiques**

- Détection et spectroscopie de l'O<sub>3</sub> par photométrie UV
- Détection du CO par IR non-dispersive
- Détection des NO<sub>x</sub> par chemiluminescence
- Analyses par chromatographie en phase gazeuse
- Hydrolyse hétérogène de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Particule de suie
- Déliquescence de sels

**CONTENTS**

**Laboratory experiments**

- O<sub>3</sub> spectroscopy and O<sub>3</sub> detection by UV photometry
- Non-dispersive IR detection of CO
- Chemiluminescence detection of NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>
- Gaz chromatography
- Heterogeneous hydrolysis of N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Soot particles
- Deliquescence of salts

**Cours théoriques**

- Ecoulements atmosphériques et mélange turbulent
- Chimie atmosphérique et cinétique chimique
- Modèles numériques de pollution de l'air

**Theory**

- Atmospheric flow and turbulent mixing
- Atmospheric chemistry and chemical kinetics
- Numerical models for air pollution

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Ete
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Chimie environnementale	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<b>Préalable requis:</b> Chimie appliquée, atmosphère et climat météorologie	Examen oral combiné avec les TP
<b>Préparation pour:</b> Les polluants et les techniques d'épuration des fumées (semestre 7)	

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

ENSEIGNEMENTS  
« FORMATION DE BASE »  
DONNES AUX AUTRES SECTIONS

2004/2005

**ENSEIGNEMENT « FORMATION DE BASE »  
DONNES AUX AUTRES SECTIONS**

**Année académique 2004-2005**

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Sem.</i>	<i>Section(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Baldereschi Alfonso	Physique générale I	1 <sup>er</sup>	GC+SIE	202
Baldereschi Alfonso/ Dietler Giovanni	Physique générale II Physique générale II	2 <sup>e</sup> 4 <sup>e</sup>	GC+SIE GC	203
Bay Aurélio	Physique expérimentale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	UNIL-Pharm. UNIL-Polscient.	204 205
Brune Harald	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	MT	206, 207
Buffat Philippe	Microscopie électronique (approche expérimentale)	5 <sup>e</sup>	S&GMX	208
Buffat Philippe/ Stadelmann Pierre	Microscopie électronique (TP)	5 <sup>e</sup>	S&GMX	209
Stadelmann Pierre/ Buffat Philippe	Microscopie électronique analytique + TP	8 <sup>e</sup>	S&GMX	-
Chapuis Gervais/ Stolitchnov I.	Cristallographie	3 <sup>e</sup>	S&GMX	210
Chawla Rakesh/ Favrat D./van Herle J.	Filières de conversion d'énergie	8 <sup>e</sup>	GM	211
Chergui Majed	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	SC	212, 213
Deveaud-Plédran Benoît	Physique générale III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	SV	214, 215
Dietler Giovanni	Physique générale III	3 <sup>e</sup>	SIE	216
Fasoli Ambrogio	Physique générale II	2 <sup>e</sup>	S&GMX + SV	217
Félix Christian	Physique générale II	3 <sup>e</sup>	IN	218
Fiore Andrea	Optoélectronique	7 <sup>e</sup>	MT	219
Forró László	Physique générale III	3 <sup>e</sup>	MT	220
Forró László / Théo Lasser	Physique générale IV	4 <sup>e</sup>	MT	221
Gotthardt Rolf	Physique générale I [cours en allemand]	1 <sup>er</sup>	SIE, GC, GM, MT, MA, GEL&E, SC, S&GMX, SV	222

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Sem.</i>	<i>Section(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Grioni Marco	Physique générale I	1 <sup>er</sup>	S&GMX + SV	223
	Physique générale I	2 <sup>e</sup>	IN	224
Harbich Wolfgang	Physique générale II [cours en allemand]	2 <sup>e</sup>	SIE, GC, GM, MT, MA, GEL&E, SC, S&GMX, SV	225
Ilegems Marc	Dispositifs électroniques à semiconducteurs	5 <sup>e</sup>	GEL&E	226
Kapon Eli	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	MA	227, 228
Lévy Francis	Physique du solide	6 <sup>e</sup>	S&GMX	229
	Physique et technologie des semi-conducteurs	7 <sup>e</sup>	S&GMX	230
Monot René	Physique générale III	3 <sup>e</sup>	MA + S&GMX	231
	Physique générale IV	4 <sup>e</sup>	S&GMX, MA	232
Pasquarello Alfredo	Physique générale III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	SC	233, 234
Patthey François	TP Physique expérimentale I	2 <sup>e</sup>	UNIL-Med UNIL-Polscient. UNIL-Pharmacie	235
Pavuna Davor	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	CGC	236, 237
Schaller Robert	TP physique générale	2 <sup>e</sup>	SV	238
	TP physique générale	3 <sup>e</sup>	MX	239
Schneider Olivier	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	GEL&E + GM	240, 241
Schneider Wolf-Dieter	Phys. expérimentale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	UNIL-Med	242, 243
Tran Minh-Tan	Physique générale I, II	1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	UNIL-Biologie	244, 245
		1 <sup>er</sup> , 2 <sup>e</sup>	UNIL-Géosc.	246, 247
	Physique générale III	3 <sup>e</sup>	UNIL-Biologie	248
Villa Stefano	Complément de physique générale		Lic. Chim/biol. et géol	249
	TP Physique générale	1 <sup>er</sup>	UNIL-Biologie	250
		2 <sup>e</sup>	UNIL-Géosc. UNIL-Biologie	251
Villard Laurent	Physique générale III, IV	3 <sup>e</sup> , 4 <sup>e</sup>	GEL&E + GM	252, 253
Zürcher Dario	Analyse vectorielle		Lic. Chim/biol. et géol.	254

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
GÉNIE CIVIL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SIE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux et comprendre les lois qui les décrivent. Apprendre à utiliser l’outil mathématique pour décrire les systèmes physiques ainsi que leur évolution. Connaître les applications en science et technique.

**CONTENU**

- **Introduction**  
Eléments de calcul vectoriel. Coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.
- **Cinématique du point matériel**  
Position et mouvement d'un point matériel. Trajectoire, vitesse, accélération.  
Etude de mouvements simples. Mouvement relatif de translation. Mouvement relatif de rotation.
- **Dynamique du point matériel**  
Masse et quantité de mouvement. Forces et lois de Newton. Forces de frottement. Moment cinétique.  
Forces centrales. Gravitation.
- **Travail et énergie**  
Travail. Puissance. Energie cinétique et énergie potentielle. Lois de conservation.
- **Mouvement oscillants**  
Mouvement harmonique. Oscillateurs amortis et forcés. Oscillateurs couplés.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b> Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Marcelo Alonso et Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), 2 <sup>ème</sup> édition, InterEditions, Paris, 1998	Contrôle continu avec système de bonus : exercices rendus et tests en cours de semestre,
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i> Progressivement Analyse I	
<i>Préparation pour:</i> Physique II et III	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfonso BALDERESCHI, Giovanni DIETLER Professeurs</b> <b>EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
GÉNIE CIVIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SIE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
GÉNIE CIVIL [seul. 2004-2005]	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux et comprendre les lois qui les décrivent. Apprendre à utiliser l’outil mathématique pour décrire les systèmes physiques ainsi que leur évolution. Connaître les applications en science et technique.

**CONTENU**

- **Dynamique des systèmes**  
Centre de masse. Moment cinétique. Travail et énergie. Chocs et réactions. Solide indéformable. Moment d’inertie.
- **Thermodynamique**  
Pression et température. Equation d’état. Gaz parfait. Eléments de théorie cinétique des gaz. Travail, chaleur et énergie interne. Premier principe de la thermodynamique.  
Deuxième principe de la thermodynamique. Cycles. Machines thermiques. Entropie.  
Troisième principe de la thermodynamique.
- **Phénomènes de transport**  
Conduction de la chaleur et diffusion de matière.
- **Electromagnétisme**  
Electrostatique, champ et potentiel électrique. Courants électriques stationnaires. Magnétostatique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Marcelo Alonso et Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1 et 2), 2 <sup>ème</sup> édition, InterEditions, Paris, 1998 Notes polycopiées		Contrôle continu avec systèmes de bonus : exercices rendus et tests en cours de semestre.
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Analyse I et progressivement Analyse II		
<i>Préparation pour:</i>	Physique III		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHARMACIE-UNIL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
POLSCIENT.-UNIL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les décrivent.

Introduction à l'approche expérimentale.

**CONTENU**

**Cinématique du point matériel :** mouvement circulaire, lois de Newton, quantité de mouvement, moment cinétique, énergie, travail, puissance, lois de conservation, gravitation, frottement, élasticité, oscillations

**Chaleur :** température, loi des gaz parfaits, principes de la thermodynamique, propriétés thermiques de la matière.

**Fluides :** principe d'Archimède, théorème de Bernoulli, viscosité.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Examen oral
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Travaux pratiques de physique expérimentale	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHARMACIE-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
POLSCIENT.-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les décrivent.

Introduction à l'approche expérimentale.

**CONTENU**

**Electricité :** magnétisme, concept de champ, courant électrique, circuits.

**Ondes :** son, lumière, optique, rayons X.

**Physique moderne :** relativité, atomes, effet photoélectrique, Compton, creation et annihilation de paires particule-antiparticule, dualité onde-particule, expériences de Rutherford et de Stern-Gerlach, noyaux, particules.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Examen oral
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Travaux pratiques de physique expérimentale	
<i>Préalable requis:</i> Physique Expérimentale I	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROTECHNIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel ainsi que du solide indéformable. Application de ces lois à un problème de mécanique (représentation géométrique, paramétrisation, choix de repères, formulation des équations)

**CONTENU**

**I MÉCANIQUE**

**Introduction**

Rappel des notions d'espace, de temps, de masse, de vitesse, d'accélération et de la trajectoire et de forces qui interviennent fondamentalement en mécanique. On parlera des propriétés des vecteurs et des scalaires, de coordonnées cartésiennes polaires et sphériques, et de la distinction entre repère et référentiel.

**Cinématique du point**

Mouvement rectiligne (1D), mouvement uniformément accéléré en 2D - balistique.

**Lois de Newton – Dynamique du point**

Chocs, lois de conservation, énergie, mouvement central en  $1/r^2$ , lois de Kepler.

**Oscillateur harmonique**

Oscillateur libre, forcé, amorti, courbes de résonance et facteur de qualité, analogie oscillateur mécanique et électrique, oscillateurs harmoniques couplés.

**Dynamique du solide**

corps solide indéformable, centre de masse, axes principaux - moment d'inertie, loi de Steiner, rotation autour d'un axe quelconque - tenseur et ellipsoïde d'inertie – forces sur les paliers, axes libres

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<i>Mécanique générale</i> , C. Gruber, W. Benoit <i>University Physics</i> , A. Hudson & R. Nelson <i>Physique générale I</i> , Mécanique, Alonso & Finn	Examen écrit et contrôle continu	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Bonne formation au niveau maturité		
<i>Préparation pour:</i>	Physique II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
MICROTECHNIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les lois de la dynamique des solides indéformables, identification des forces, changement de référentiel, solution des problèmes à l'aide de la mécanique analytique. Connaître et appliquer les principes de la thermodynamique

**CONTENU**

**Travail et puissance**

Force passives et actives, Forces conservatives et dissipatives, potentiel.

**Dynamique dans les référentiels en mouvement**

Translation non-uniforme, rotation uniforme - dynamique Terrestre (pesanteur, déviation vers l'Est, pendule de Foucault, Marées).

**Mécanique analytique**

Equations de Lagrange.

**II THERMODYNAMIQUE**

**Introduction**

Température, définition d'un système.

**Théorie cinétique des gaz**

Energie interne  $U$ , équipartition et chaleur spécifique, facteur de Boltzmann, distribution des vitesses.

**Premier et deuxième principes**

Travail et chaleur, entropie externe et interne, réversibilité, cycle de Carnot, rendement.

**Machines thermiques**

Gaz réels, cycles d'Otto et de Diesel, moteur de Stirling.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen écrit et contrôle continu
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	<i>Mécanique générale</i> , C. Gruber, W. Benoit <i>University Physics</i> , A. Hudson & R. Nelson <i>Introduction à la thermodynamique</i> , J.-P. Pérez & P. Laffont	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre: MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE (approche expérimentale)</b>		<b>Titre: ELECTRON MICROSCOPY</b>			
<b>Enseignant: Philippe A. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Connaître et savoir utiliser les principales méthodes de diffraction, d'observation et d'analyse que l'on peut mettre en oeuvre avec les microscopes électroniques à transmission et à balayage pour l'étude de divers matériaux.

**CONTENU**

**GÉNÉRALITÉS SUR LE RAYONNEMENT ET LA MATIÈRE :** rayonnements électromagnétiques et corpusculaires, classification des rayonnements, énergie, longueurs d'onde. Interaction rayonnement-matière. Section efficace d'interaction, libre parcours moyen. Interactions élastique et inélastique. Émission de rayonnements secondaires.

**THÉORIE SUCCINCTE DE LA DIFFUSION DES ÉLECTRONS PAR UN CRISTAL :** expression générale de l'amplitude et de l'intensité diffusées. Facteur de diffusion atomique, effet de l'agitation thermique. Diffraction en faisceau parallèle ou convergent, condition de Bragg, réseau réciproque et sphère d'Ewald. Contraste d'absorption, de diffraction, de phase. Application à l'observation de défauts et de microstructures. Images en haute résolution.

**LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE A TRANSMISSION :** source d'électrons. Lentilles, aberrations et pouvoir de résolution. Enregistrement photographique et caméra CCD. Les divers modes d'observation.

**LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE A BALAYAGE :** principe, instrumentation. Images par émission d'électrons secondaires et rétrodiffusés. Contrastes topographique, chimique, cristallographique et de courant induit. Microscope à balayage-transmission.

**MICROANALYSE PAR SPECTROMÉTRIE DE RAYONNEMENTS X :** principe, émission X, absorption des rayons X par le cristal, fluorescence X. Volumes d'émission. Détection des rayons X. Spectromètre à dispersion de longueur d'onde, monochromateurs, détecteurs. Spectromètre à dispersion d'énergie, détecteur. Acquisition des données. Pratique de la microanalyse. Microsonde et microscope à balayage.

**MICROANALYSE PAR PERTE D'ÉNERGIE D'ÉLECTRONS TRANSMIS :** principe, spectromètre et détecteur, spectre, analyse qualitative/quantitative, structure fine.

On comparera les avantages et limitations de chaque méthode pour diverses applications à l'étude de matériaux métalliques, semi-conducteurs, céramiques.

**OBJECTIVE**

Knowing and being able to use scanning and transmission electron microscope techniques in the field of material research, including diffraction and chemical microanalysis methods.

**CONTENTS**

**INTRODUCTION TO SHORT WAVELENGTH RADIATIONS AND THEIR INTERACTION WITH MATTER:** electromagnetic and corpuscular radiation, radiation classification, energy, wavelength. Radiation/matter interaction. Cross-section, mean free path. Elastic and inelastic interactions. Emission of secondary radiation .

**SHORT THEORY ON THE SCATTERING OF ELECTRONS IN A CRYSTAL:** General expression of the scattered amplitude and intensity. Atomic scattering factor, effect of thermal vibration. Convergent or parallel beam diffraction, Bragg law, reciprocal lattice and Ewald sphere. Absorption, diffraction and phase contrasts. Application to the characterisation of microstructures and defects. High resolution imaging.

**TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY:** Electron gun. Lenses, aberration and resolving power. Photographic and CCD camera recording. The different observation modes.

**SCANNING ELECTRON MICROSCOPY:** Principle, instrumentation. Images obtained by secondary and backscattered electron emission. Topographic, chemical, crystallographic and absorbed current. Scanning-transmission microscopy.

**X-RAY SPECTROMETRY MICROANALYSIS:** Principle, X-ray emission, absorption and fluorescence in a crystal. Interaction and emission volumes. X-ray detectors. Wavelength dispersive spectrometer, monochromators, detectors. Energy dispersive spectrometer, detector. Data acquisition. Practice of microanalysis in the scanning electron microscope and the electron microprobe.

**ELECTRON ENERGY LOSS SPECTROMETRY:** Principle, spectrometer, detector, spectrum, qualitative and quantitative analysis, fine structure interpretation. Advantages and limitations of each method by comparison on several applications (metallic, semi-conductor and ceramic materials).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés.	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.	
<i>Préparation pour:</i> Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.	

<b>Titre: MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE TP</b>		<b>Title: ELECTRON MICROSCOPY</b>			
<b>Enseignant: Philippe A. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<b>Pierre STADELMANN, Professeur titulaire EPFL/SS&amp;GMX</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

**OBJECTIFS**

Les Travaux Pratiques de Microscopie Electronique constituent un lien entre le cours ex-cathedra et la pratique. Ils mettent en évidence quels sont les paramètres expérimentaux nécessaires pour piloter le microscope et comment tirer l'information recherchée des observations brutes

**OBJECTIVE**

The Hands-On on Electron Microscopy link the ex-cathedra lecture to practice. They highlight which experimental parameters are required to control the microscope and how to get information from the raw observation.

**CONTENU**

Les étudiants travailleront en petits groupes sur les microscopes du Centre Interdisciplinaire de Microscopie Electronique (CIME). Ils réaliseront de courtes études pour caractériser différents types de matériaux et approfondiront les principes exposés au cours.

**CONTENTS**

The students will work in small teams on the microscopes of the Interdisciplinary Centre of Electron Microscopy (CIME). They will perform short investigation to characterize different kind of materials and will go deeper in some matter seen during the lecture.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Travaux pratiques / petits groupes	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Ouvrages recommandés au cours	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Microscopie électronique	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<i>Préalable requis:</i>	Notes sur la base des rapports d'expériences
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> CRISTALLOGRAPHIE					
<b>Enseignant:</b> Gervais CHAPUIS, Professeur EPFL/SPH Igor STOLITCHNOV, Chargé de cours EPFL/SS&GMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
SCIENCE & GÉNIE DES MATÉRIAUX	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
CGC .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduire les principes fondamentaux de la structure de la matière à l'échelle atomique. Exposer les concepts de symétries qui caractérisent les solides cristallins. Donner les éléments de base des architectures cristallines les plus courantes. Présenter les méthodes de diffraction des rayons X couramment utilisées dans le domaine de la science des matériaux.

**CONTENU**

**Cristallographie géométrique**

Réseau cristallin, réseaux réciproque. Réseaux de Bravais, classes cristallines.

**Diffraction des rayons X**

Production et détection des rayons X. Diffraction par la matière cristalline, loi de Bragg et construction d'Ewald, intensités diffractées et facteur de structure.

**Méthodes monocristallines**

Méthodes de Laue, orientation de monocristaux.

**Méthodes polycristallines**

Méthode de Debye-Scherrer, chambres focalisantes, diffractomètre automatique.

Analyse qualitative (identification des phases) et quantitative. Mesure des contraintes et taille des grains.

Analyse de l'orientation préférentielle.

**Type d'architectures cristallines**

Description des principaux types de structures rencontrées couramment. Empilements compacts de sphères, interstices octaédriques et tétraédriques.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, exercices, démonstrations	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	D. Schwarzenbach : « Cristallographie générale » PPUR, 1996, P. Moeckli : photocopié	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours de base en physique et mathématique		
<i>Préparation pour:</i>	Propriétés physiques des matériaux		

<b>Titre: FILIÈRES DE CONVERSION D'ÉNERGIE</b>		<b>Title: ENERGY CONVERSION</b>			
<b>Enseignant: Daniel FAVRAT, Professeur EPFL/SGM, Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH, Jan VAN HERLE, Chargé de cours EPFL/SGM</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les principales filières de conversion d'énergie primaire en électricité ou de cogénération (y compris les piles à combustibles et les centrales nucléaires) et les filières de pompes à chaleur et de réfrigération, ainsi que les lois et principes physiques sur lesquels elles sont basées. Etre capable de pré dimensionner les composants principaux des filières thermiques. Connaître les principales implications environnementales et les risques liés à ces filières, ainsi que les perspectives technologiques de réduction.

**CONTENU**

**Eléments d'énergétique générale :** bilans énergétiques mondiaux et tendances, etc.

**Thermodynamique des mélanges** de substances chimiques différentes (potentiels chimiques, loi de Raoult, diagramme de phase de mélange binaire – diagramme de Merkel, équations d'état, etc.).

**Filières de pompes à chaleur (y.c. réfrigération) :** synthèse, cycles à compression (de gaz-Stirling, de vapeur-Rankine et Lorenz, cycles à ab- ou adsorption (y.c. transformateur de chaleur et cycles à diffusion). Les fluides frigorigènes et leur problématique environnementale et de sécurité (potentiel d'atteinte à la couche d'ozone, de réchauffement global, etc.).

**Filières de conversion d'énergie primaire en électricité :** synthèse, centrales thermiques avancées à combustibles fossiles, filières de conversion directe (électrochimique, photovoltaïque : **piles à combustible**, solaire, thermoélectrique), **filières nucléaires :** notions de physique nucléaire – fission – taille critique d'un réacteur – cycles du combustible – centrales nucléaires (conception physique, thermodynamicienne du cœur, contrôle, principales filières, aspects environnementaux, sécurité).

**OBJECTIVE**

To know the main technologies for the conversion of primary energy to electricity or for cogeneration (including fuel cells and nuclear power plants) and for heat pumping and refrigeration, as well as the main laws on which they are based. To be capable of dimensioning the main components of the corresponding thermal processes. To become familiar with the main environmental implications and risks, as well as the technological perspectives for reducing them.

**CONTENTS**

**Element of general energetics:** worldwide energy consumption and trends, etc.

**Thermodynamics of mixtures** of different chemical species (chemical potentials, Raoult's law, phase diagram of binary mixtures – Merkel diagram, state equations, ....).

**Technologies of heat pumping (include. refrigeration) :** synthesis, compression cycles (gas- Stirling, vapor-Rankine or Lorenz), absorption cycles (include. heat transformer and diffusion cycles). Refrigerants, safety and environment (potentials for ozone layer reduction or global warming, ....).

**Technologies for energy conversion to electricity:** synthesis, advanced fossil fuels thermal power plants, technologies for direct energy conversion (electrochemical and photo-voltaic: **fuel cells**, solar cells, thermoelectric), **nuclear power plants:** nuclear physics elements – fission – critical size of a reactor – fuel cycles – nuclear power plants (physics design, thermohydraulics of the core, control principal types of power plants, environmental aspects, safety).

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec expl. & exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Cours polycopiés, Bibliographie	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Thermodynamique et Energétique		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Majed CHERGUI, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SYSTEMES COMMUN. ....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les « lois », formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

**I MÉCANIQUE**

- 1    **Introduction**
- 2    **Cinématique du Point Matériel.** Trajectoire, vitesse, accélération
- 3    **Dynamique du Point Matériel.** Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Moments de forces. Lois de Newton. Gravitation. Forces centrales. Mouvement vibratoire. Forces de frottement
- 4    **Travail, Puissance et Energie.** Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique. Lois de conservation.

(suite : cf. Physique II)

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>    Ex cathedra, avec expériences en classe, exercices en classe</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>            Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale &gt;(Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>            Progressivement Analyse I</p> <p><i>Préparation pour:</i>            Physique II, III, IV</p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Contrôle continu facultatif</p> <p>Examen écrit au Cycle Propédeutique</p>
---	--

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Majed CHERGUI, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SYSTEMES COMMUN.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

Suite du cours de Physique I

**I   MECANIQUE (suite)**

- 5   **Collisions.** Centre de masse, conservation de la quantité de mouvement, chocs.
- 6   **Dynamique des Systèmes.** Centre de masse. Moment cinétique. Energie. Solide indéformable.
- 7   **Relativité**

**II  THERMODYNAMIQUE**

- 1   **Equilibre thermodynamique.** Pression, température et énergie interne. Equation d'état.
- 2   **Echanges d'énergie.** Travail et chaleur. Premier principe thermodynamique.
- 3   **Transport de chaleur.** Convection, conduction, rayonnement.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec expériences en classe, exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR	Contrôle continu facultatif	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Examen écrit au Cycle propédeutique	
<i>Préalable requis:</i>	Analyse I et progressivement Analyse II		
<i>Préparation pour:</i>	Physique III, IV		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possédera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

**CONTENU**

**Électricité et magnétisme :**

Électrostatique, champ électrique, potentiel, Théorème de Gauss, conducteurs, capacités. Courant électriques stationnaires, loi d'Ohm, lois de Kirchhoff. Magnétostatique, induction, courants de Foucault, self induction, induction mutuelle, transformateurs. Circuits électriques simples : RC, LC, RL, RLC. Équations de Maxwell, ondes électromagnétiques

**Phénomènes ondulatoires :**

Étude phénoménologique de diverses ondes (acoustiques, élastiques, électromagnétiques). Modélisation de l'onde acoustique. Équation de d'Alembert. Superposition d'ondes, interférences battements, diffraction, réflexion.

**Mécanique des fluides :**

Fluides incompressibles, conservation de masse, Équations d'Euler et loi de Bernoulli, Théorèmes de circulation. Phénomènes capillaires.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices dirigés	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	5
<b>Bibliographie:</b>	<b>POLYCOPIE</b> Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II		
<i>Préparation pour:</i>	Physique IV		
			Contrôle continu partiel

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possédera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau. Ce cours correspond à la dernière série de Physique de base.

**CONTENU**

**Optique :**

Dualité corpusculaire et ondulatoire. Réflexion, réfraction, lentilles, instruments d'optique. Principes de Fermat et de Huygens, interférences, Michelson, diffraction, polarisation. Holographie, biréfringence, introduction au laser.

**Physique quantique et physique atomique :**

Nécessité d'une description quantique, effet photoélectrique, dualité onde particule, spectres atomiques. Mécanique quantique, principe de Heisenberg. Équation de Schrödinger, particule libre, puits quantique, effet tunnel. Vision quantique des atomes. Molécules et solides. Introduction aux semiconducteurs.

**Introduction à la physique nucléaire :**

Stabilité des atomes, phénomènes de fission et de fusion, réaction en chaîne, mécanismes de récupération de l'énergie, Produits de fission, sécurité des installations.

**Relativité restreinte – Astrophysique :**

Relativité Galiléenne, expérience de Michelson et Morley, Postulats de la relativité restreinte, Simultanéité, espace à 4 dimensions, Transformations de Lorenz,  $E=mc^2$  Introduction aux descriptions actuelles de l'astrophysique, théorie du big Bang.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices dirigés	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II et III		Contrôle continu partiel
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Giovanni DIETLER Professeur EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
SIE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux et comprendre les lois qui les décrivent. Apprendre à utiliser l’outil mathématique pour décrire les systèmes physiques ainsi que leur évolution. Connaître les applications en science et technique.

**CONTENU**

- **Electromagnétisme**  
Champ électrique et magnétique dans la matière, polarisation et aimantation, équations de Maxwell, circuits électriques.
- **Oscillations**  
Mouvement harmoniques, oscillateurs couplés, oscillateurs amortis et forcés.
- **Ondes**  
Ondes dans un milieu matériel et électromagnétiques, propagation, effet Doppler, phénomènes d’interférence.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	4
<b>Bibliographie:</b>	Marcelo Alonso et Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 2), 2 <sup>ème</sup> édition, InterEditions, Paris, 1998 Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Contrôle continu avec systèmes de bonus : exercices rendus et tests en cours de semestre
<i>Préalable requis:</i>	Analyse I et Analyse II		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :           PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:   Ambrogio FASOLI, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
SCIENCE & GÉNIE DES MATÉRIAUX.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et de la thermodynamique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques et thermodynamiques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique et de la thermodynamique.

**CONTENU**

**MECANIQUE**

**Statique :** rappel rotation et référentiels non-inertiels. Conditions pour l'équilibre et stabilité. Elasticité et fracture.

**Oscillateurs :** oscillateur harmonique, pendule simple et physique, oscillateurs amortis et forcés, résonnance.

**Relativité restreinte :** Principe de la relativité d'Einstein; transformations de Lorentz; dynamique et énergie relativistes

**THERMODYNAMIQUE**

**Introduction :** Systèmes thermodynamiques; descriptions microscopique et macroscopique

**Théorie cinétique des gaz parfaits :** pression; température; énergie interne; loi de gaz parfaits; distribution des vitesses de Maxwell

**Loi de Boltzmann :** principe d'équipartition; degrés de liberté

**Transitions de phase :** Gaz réels : équation de van der Waals; diagrammes de phases

**Premier principe :** travail et chaleur ; transformations thermodynamiques ; chaleur spécifique.

**Deuxième principe :** entropie, phénomènes irréversibles ; énoncés équivalents du deuxième principe.

**Machines thermiques :** machines à deux sources, rendement, cycle de Carnot

**Phénomènes de transport :** effets de collisions ; mouvement Brownien ; diffusion.

**Systèmes hors équilibre et approche à l'équilibre.**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Exercices en classe Tests écrits Examen écrit au propédeutique I
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I, Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale III, IV		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Ambrogio FASOLI, Professeur assistant EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SCIENCE & GÉNIE DES MATÉRIAUX.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et de la thermodynamique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques et thermodynamiques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique et de la thermodynamique.

**CONTENU**

**MECANIQUE**

**Statique :** rappel rotation et référentiels non-inertiels. Conditions pour l'équilibre et stabilité. Elasticité et fracture.

**Oscillateurs :** oscillateur harmonique, pendule simple et physique, oscillateurs amortis et forcés, résonnance.

**Relativité restreinte :** Principe de la relativité d'Einstein; transformations de Lorentz; dynamique et énergie relativistes

**THERMODYNAMIQUE**

**Introduction :** Systèmes thermodynamiques; descriptions microscopique et macroscopique

**Théorie cinétique des gaz parfaits :** pression; température; énergie interne; loi de gaz parfaits; distribution des vitesses de Maxwell

**Loi de Boltzmann :** principe d'équipartition; degrés de liberté

**Transitions de phase :** Gaz réels : équation de van der Waals; diagrammes de phases

**Premier principe :** travail et chaleur ; transformations thermodynamiques ; chaleur spécifique.

**Deuxième principe :** entropie, phénomènes irréversibles ; énoncés équivalents du deuxième principe.

**Machines thermiques :** machines à deux sources, rendement, cycle de Carnot

**Phénomènes de transport :** effets de collisions ; mouvement Brownien ; diffusion.

**Systèmes hors équilibre et approche à l'équilibre.**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Exercices en classe Tests écrits Examen écrit au propédeutique I
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>			
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I, Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale III, IV		

<b>Titre: OPTOÉLECTRONIQUE</b>			<b>Title: OPTOELECTRONICS</b>		
<b>Enseignant: Andrea FIORE, Professeur assistant EPFLS/PH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
MICROTECHNIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Comprendre les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs. Apprendre à analyser et optimiser les performances des dispositifs par des simulations numériques.

**CONTENU**

1. **Rappels d'optique :**  
Réflexion et réfraction. Interféromètres.
2. **Guides optiques - Fibres optiques :**  
Guides d'onde plans, modes, couplage de la lumière. Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.
3. **Principes de base de l'effet laser :**  
Transitions optiques, élargissement. Amplificateurs optiques et lasers. Equations de bilan.
4. **Rappels de physique de semiconducteurs :**  
Structure de bande. Jonctions à semiconducteur. Hétérostructures. Transitions optiques.
5. **Diodes électroluminescente :**  
Electroluminescence. Efficacité. Structures avancées. Réponse en fréquence
6. **Lasers à semiconducteur :**  
Gain optique. Caractéristiques des lasers à semiconducteurs. Lasers à hétérostructures et à puits quantiques. Lasers DBR, DFB, VCSELs. Réponse en fréquence.
7. **Photodétecteurs :**  
Photoconducteurs, photodiodes, photodiodes à avalanche, cellules solaires. Réponse en fréquence et bruit.
8. **Modulateurs de lumière :**  
Modulateurs interférométriques et à électro-absorption pour les télécoms. Cristaux liquides et écrans actifs.
9. **Systèmes de télécommunication optique :**  
Fibres optiques, sources, détecteurs. Modulation, multiplexage, systèmes WDM. Limitations dues à l'atténuation et à la dispersion. Réseaux optiques.

**OBJECTIVE**

Understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials. Learn to analyse and optimise the performance of optoelectronic devices through numerical simulations.

**CONTENTS**

1. **Elements of geometrical and wave optics:**  
Reflection and refraction. Interferometers.
2. **Waveguides, optical fibres:**  
Planar waveguides, modes, light coupling. Optical fibres, step- and graded-index fibres, dispersion.
3. **Basics of laser effect:**  
Optical transitions, broadening. Optical amplifiers, lasers. Rate equations.
4. **Elements of emiconductor physics:**  
Band structure. Semiconductor junctions. Heterostructures. Optical transitions.
5. **Light emitting diodes:**  
Electroluminescence. Efficiency. Advanced structures. Frequency response.
6. **Semiconductor lasers:**  
Optical gain. Laser characteristics. Heterostructure and quantum well lasers. DBR, DFB and VCSELs. Frequency response.
7. **Photodetectors:**  
Photoconductors, photodiodes, avalanche photodiodes, solar cells. Frequency response and noise.
8. **Light Modulators:**  
Interferometric and electroabsorption modulators for telecom applications. Liquid crystals and displays.
9. **Optical telecommunication systems:**  
Sources, optical fibres, detectors. Modulation, multiplexing, WDM systems. Loss- and dispersion-limited systems. Optical networks

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours Ex cathedra avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié, Photonics, Saleh & Teich, J. Wiley	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>
Préalable requis:	Examen oral
Préparation pour:	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>László FORRÓ, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
MICROTECHNIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Le troisième semestre de physique est entièrement consacré à l'action à distance, mécanique et électromagnétique. Au centre du discours se trouvera le concept d'onde et, en amont, celui de champ. On y forgera donc les outils qui permettent notamment de comprendre et de modéliser des situations simples de propagation d'ondes, mécaniques, sonores ou électromagnétiques.

**CONTENU**

Mécanique des milieux continus dans l'hypothèse de l'élasticité linéaire

Quelques aperçus sur la déformation plastique et les dislocations

Ondes classiques : propagation du son dans les milieux matériels

Ondes classiques : interférences et diffraction

Champ électrique et induction magnétique : applications des théorèmes de Gauss et d'Ampère

Champ électrique et induction magnétique : les équations de Maxwell dans le vide et la propagation des ondes électromagnétiques

L'électromagnétisme dans les milieux matériels

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> oral avec exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> University Physics de Hudson et Nelson	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Physique II	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV, Optique	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>László FORRÓ, Professeur EPFL/SPH</b> <b>Théo LASSER, Professeur EPFL/SMT</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROTECHNIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours présente les principes physiques fondamentaux régissant le comportement de la lumière vue sous ses différents aspects, géométrique, ondulatoire, électromagnétique et particulaire. Ces notions seront abordées afin de permettre aux étudiants :

- d'intégrer une connaissance des principes fondamentaux
- d'acquérir une compréhension intuitive des phénomènes optiques
- d'exploiter ultérieurement ces phénomènes dans leur travail d'ingénieur.

**CONTENU**

Principe de Fermat  
 Réflexion, réfraction, dispersion  
 Optique géométrique, éléments optiques, construction des images

Principe de Huygens-Fresnel  
 Interférence, diffraction  
 Optique ondulatoire, holographie, réseau de diffraction, cohérence  
 Approximations de Fraunhofer et de Fresnel  
 Propagation des faisceaux gaussiens

Propagation des ondes électromagnétiques  
 La réponse optique des milieux matériels et le modèle de Lorentz  
 Polarisation, réflexion et transmission à un interface

Le photon  
 Loi de Planck, effet photoélectrique, laser

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Cours ex cathedra + exercices	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Saleh/Teich, Feynman	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen écrit
<i>Préparation pour:</i> Optique	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIK I [in deutscher Sprache] / PHYSIQUE GÉNÉRALE I [cours en allemand]</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Rolf GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SIE, GM, MT, GC .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
EL, SC, MA .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
S&GMX, SV .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**ZIELSETZUNG / OBJECTIFS**

- Kennenlernen und Anwenden der allgemeinen Sätze der Kinematik und der Dynamik einzelner Massenpunkte.
- Analysieren der Bewegungen von Materie-Systemen und Bestimmen der für ihre Bewegung verantwortlichen Kräfte.

**INHAKT / CONTENU**

- **Kinematik des einzelnen Massenpunktes**  
Begriffe: Raum, Zeit  
Bezugssysteme, Koordinatensysteme  
Geschwindigkeit, Beschleunigung
- **Dynamik des einzelnen Massenpunktes**  
Begriffe: Masse, Kraft  
Newtonsche Gesetze  
Arbeit, Leistung, kinetische Energie  
Erhaltungssätze
- **Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern**  
Eulersche Winkel  
Rotationsvektor
- **Relative Bezugssysteme**  
Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra und Uebungen	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen	Uebungen, Klausuren, Schlussexamen
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Gute Arbeitskenntnisse in Mathematik und Physik	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou automne
<i>Préparation pour:</i> Physik II	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Marco GRIONI, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCE ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique.

**CONTENU**

**Introduction**

Systèmes mécaniques ; calcul vectoriel

**Cinématique**

Référentielles ; trajectoires ; vitesse ; accélération ; systèmes de coordonnées ; mouvement rectiligne et curviligne

**Dynamique du point matériel**

Masse ; quantité de mouvement ; forces ; lois de Newton ; mouvement oscillatoire ; moment cinétique ; mouvement central

**Travail, puissance et énergie**

Energie cinétique, potentielle, mécanique ; lois de conservation ; mouvements gravitationnels

**Dynamique des systèmes**

Centre de masse ; moment cinétique ; énergie ; solide rigide ; moment d'inertie ; gyrosopes

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec démonstration exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Douglas G. Giancoli « Physics for scientists and engineerings » 3rd ed. Prentice Hall	Exercices en classe Tests écrits	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Bonne formation au niveau maturité		
<i>Préparation pour:</i>	Physique II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Marco GRIONI, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
INFORMATIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître et schématiser les phénomènes physiques. Comprendre et savoir utiliser les lois, formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

**MÉCANIQUE**

**Introduction**

Ordres de grandeur. Analyse dimensionnelle. Vecteurs.

**Statique**

Forces et moments. Systèmes de forces. Conditions d'équilibre.

**Cinématique**

Trajectoire. Vitesse. Accélération.

**Changement de Référentiels**

Observateurs d'inertie et accélérés.

**Dynamique**

Quantité de mouvement. Moment cinétique. Lois de conservation.

Lois de Newton. Exemples.

**Travail et énergie**

Energie cinétique. Travail. Forces conservatives.

Oscillations autour d'une position d'équilibre.

Forces centrales. Gravitation. Le concept de champ.

**Dynamique des Systèmes**

Lois de conservation. Dynamique « globale » et « interne ».

Dynamique d'un solide.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec expériences en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Douglas G. Giancoli « Physics for scientists and engineerings », Vol. 1, 3rd ed., Prentice Hall	Test payant facultatif	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Branche d'examen écrit	
<i>Préalable requis:</i>	Progressivement Analyse I	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préparation pour:</i>	Physique II		



<i>Titre:</i> <b>DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS</b>		<i>Title:</i> <b>SEMICONDUCTOR DEVICES</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Marc ILEGEMS, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
GÉNIE ÉLECTRIQUE&ELECTR	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter les principes de fonctionnement des composants semiconducteurs intégrés et leur description en termes de modèles électriques.

**CONTENU**

**Propriétés électroniques du silicium**

Modèle de bandes, statistique des porteurs libres. Propriétés de transport, mobilité, durée de vie, longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.

**Technologie du silicium**

Introduction aux principaux procédés de fabrication.

**Diode à jonction**

Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristiques courant-tension. Capacité de jonction. Modèles statiques et dynamiques.

**Contact métal-semiconducteur**

Photoconducteur, photodiode p-n, p-i-n-, à avalanche, fréquence de coupure, bruit...

**Transistor bipolaire à jonction**

Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles grand-signal et petit-signal.

**Transistor à effet de champ à hétérojonction**

Structures JFET, MESFET et HFET. Principes et équations de fonctionnement.

**Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS**

Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension.

**Transistor MOS**

Caractéristiques statiques en forte inversion. Comportement à canal court. Modélisation.

**OBJECTIVE**

To show the physical principles of operation of integrated semiconductor devices and to describe their characteristics in terms of electrical models.

**CONTENTS**

**Electronic properties of Silicon**

Band structure, carrier statistics. Transport properties, mobility, lifetime, diffusion length. Recombination processes, continuity equations.

**Silicon technology**

Introduction to integrated circuit fabrication.

**Junction diode**

p-n junction under equilibrium and applied bias conditions. Current-voltage characteristics. Junction capacitance. Static and dynamic models.

**Metal-semiconductor contacts**

Internal barrier potentials. Surface states. Junction capacitance. Conduction mechanisms. Ohmic contacts.

**Bipolar transistor**

Intrinsic transistor model. Current-voltage characteristics. Large signal and small signal models.

**Heterojunction field effect transistors**

JFET, MESFET and HFET structures. Principles and basic equations.

**Metal-oxide-semiconductor structures**

Interface band diagrams. Accumulation, depletion and inversion regimes. Capacitance-voltage characteristics.

**MOS transistors**

Characteristics in strong inversion. Short channel effects. Modeling.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Exposé oral avec exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours d'introduction en Electronique et Physique quantique		
<i>Préparation pour:</i>	Conception de circuits integrs, Optoélectronique, Laboratoire et projets		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MATHÉMATIQUES .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique.

**CONTENU**

**MÉCANIQUE (1) :**

**Introduction :** systèmes mécaniques ; calcul vectoriel

**Cinématique :** référentielles ; trajectoires ; vitesse ; accélération ; systèmes de coordonnées ; mouvement rectiligne et curviligne.

**Dynamique du point matériel :** masse ; quantité de mouvement ; forces ; lois de Newton ; mouvement oscillatoire ; moment cinétique ; mouvement central

**Travail, puissance et énergie :** énergie cinétique, potentielle, mécanique ; lois de conservation ; mouvements gravitationnels.

**Dynamique des systèmes :** centre de masse ; moment cinétique ; énergie ; solide rigide ; moment d'inertie ; gyroscopes.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopiés	Exercices en classe, Tests écrits	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Physique II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
MATHÉMATIQUES .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Formuler les principes de la mécanique et de la thermodynamique et connaître les phénomènes physiques gouvernant les fonctionnements des systèmes mécaniques et thermodynamiques. Montrer les expériences par lesquelles les phénomènes physiques pertinents sont mis en évidence et illustrer les applications de la théorie de la mécanique et de la thermodynamique.

**CONTENU**

**Mécanique (2) :**

**Changements de référentiels :** invariance galiléenne ; accélération d’entraînement et de Coriolis ; dynamique dans les référentiels non-inertiels.

**Chocs :** collisions élastiques et inélastiques ; réactions.

**Relativité restreinte :** principe de la relativité d’Einstein ; transformations de Lorentz ; dynamique et énergie relativistes.

**Thermodynamique :**

**Introduction :** systèmes thermodynamiques ; descriptions microscopique et macroscopique.

**Théorie cinétique des gaz parfaits :** pression ; température ; énergie interne ; loi de gaz parfaits ; distribution des vitesses de Maxwell.

**Loi de Boltzmann :** principe d’équipartition ; degrés de liberté.

**Phénomènes de transport :** effets de collisions ; mouvement Brownien ; diffusion.

**Premier principe :** travail et chaleur ; transformations thermodynamiques ; chaleur spécifique.

**Deuxième principe :** entropie, phénomènes irréversibles ; énoncés équivalant du deuxième principe.

**Transitions de phase :** gaz réels : équation de van der Waals ; diagrammes de phases.

**Machines thermiques :** machines à deux sources, rendement, cycle de Carnot.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen écrit
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopiés	Exercices en classe, Tests écrits	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE DU SOLIDE</b>			<i>Title:</i> <b>SOLID STATE PHYSICS</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Francis LÉVY, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obl.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

- Phénoménologie des propriétés physiques des corps solides
- Modèles essentiels pour l'interprétation des propriétés fondamentales des solides
- Nature, origine et importance des phénomènes
- Méthodes principales de mesures et d'analyses

**OBJECTIVE**

- Phenomenology of the physical properties of the solid state
- Basic models of the interpretation of the fundamental properties of solids
- Nature, origin and importance of solid state phenomena
- Main techniques of measurements and analysis

**CONTENU**

- Dynamique des réseaux et phonons
- Modèle de l'électron libre
- Bandes d'énergie électronique
- Phénomènes de transport électronique
- Propriétés diélectriques et optiques
- Magnétisme

**CONTENTS**

- Lattice dynamics and phonons
- Free electron model
- Band structure for the electrons
- Electronic transport phenomena
- Dielectric and optical properties
- Magnetic properties

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Traité des matériaux, Vol. 8 et 18	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Cristallographie, Thermodynamique	
<i>Préparation pour:</i> Physique et technologie des semiconducteurs, Microélectronique, Circuits intégrés, Optoélectronique	

<i>Titre:</i> <b>PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS</b>		<i>Title:</i> <b>SEMICONDUCTOR PHYSICS AND TECHNOLOGY</b>			
<i>Enseignant:</i> <b>Francis LÉVY, Professeur titulaire EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Obl.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

- Propriétés physiques des semiconducteurs
- Principes et fonctionnement des dispositifs à semiconducteurs
- Solutions à des problèmes techniques à l'aide de systèmes à semiconducteurs
- Technologie des matériaux semiconducteurs et de la microélectronique

**OBJECTIVE**

- Physical properties of semiconductors
- Principles and behaviour of semiconductors devices
- Technical solutions based on semiconductors system
- Semiconductors technology and microelectronics

**CONTENU**

- Semiconducteurs classiques
- Statistique des porteurs de charge
- Semiconducteurs à l'équilibre
- Semiconducteurs hors-équilibre
- Dispositifs et structures de base
- Technologie du silicium
- Technologies des circuits intégrés

**CONTENTS**

- Classical semiconductors
- Charge carriers statistics in semiconductors
- Uniform electronic semiconductors in equilibrium
- Excess carriers in semiconductors
- Basic semiconductor devices
- Silicon technology
- Integrated circuits technology

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Traité d'électricité, Vol. 18	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide	
<i>Préparation pour:</i> Microelectronics and technology	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GENERALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>René MONOT, Professeur titulaire EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
MATHEMATIQUES .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SCIENCE ET GENIE DES MATERIAUX .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux d'un point de vue macroscopique. Comprendre et savoir utiliser les « lois », formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

**CONTENU**

- Introduction à la physique des fluides : statique, cinématique, dynamique ; équations d'Euler, de Bernouilli, de Navier-Stokes.
- Phénomènes ondulatoires : l'équation de d'Alembert et quelques solutions. Ondes stationnaires, interférences, diffraction, effet Doppler. Ondes sonores, ondes de surface, ondes élastiques.
- Electromagnétisme : électrostatique et magnétostatique. Induction, force électromotrice, loi de Faraday. Equations de Maxwell, énergie électromagnétique, ondes électromagnétiques, rayonnement d'une charge accélérée et d'un dipôle.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	MA : 6 MX : 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Cours de mathématiques et de physique de 1 <sup>ère</sup> année		
<i>Préparation pour:</i>	2 <sup>ème</sup> cycle		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>René MONOT, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduire à une description quantique des systèmes de la physique microscopique utiles en sciences des matériaux : atome, molécule, solide. Structures électroniques et spectroscopies. Donner les bases de l’outil mathématique permettant de décrire l’état d’un système par l’algèbre en espace de Hilbert.

**CONTENU**

- Les limites de la physique classique.
- Formalisme de la physique quantique : état d’un système, mesure d’une observable, fonction d’onde, équation de Schrödinger. Relations de Heisenberg.
- Puits et barrières de potentiel : états liés, effet tunnel, structure de bandes des électrons dans un cristal.
- Vibrations atomiques, rotations.
- Atomes d’hydrogène, atome à plusieurs électrons, le tableau périodique des éléments.
- Liaisons moléculaires

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d’expériences et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées	<b>SESSION D’EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Cours de mathématiques et de physique de 1 <sup>ère</sup> année		
<i>Préparation pour:</i>	2 <sup>ème</sup> cycle		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SYSTEMES COMMUN.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

**CONTENU**

**Physique des milieux continus**

- Déformation des solides

**Ondes**

- Notions générales sur la propagation d'une onde, y.c. aspects énergétiques
- Célérité et description de diverses ondes se propageant dans un milieu matériel
- Composition d'ondes: réflexion, ondes stationnaires, modulation, phénomènes d'interférence et de diffraction

**Electromagnétisme**

- Electrostatique: la loi de Coulomb et le champ électrique, la loi de Gauss, le potentiel électrique, capacité et énergie, les champs électriques dans la matière diélectrique
  - Courant électrique et circuits RC
  - Magnétostatique: les courants comme source du champ d'induction magnétique, les lois fondamentales, les propriétés magnétiques de la matière
- L'induction électromagnétique: la force électromotrice, la loi d'induction, inductances, l'énergie magnétique

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	4.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes de cours ; <u>University Physics</u> , A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990) ; <u>Physics</u> , D. Halliday, R. Resnick, et K. S. Krane Wiley&sons, 5 <sup>th</sup> edition, Volume 2.	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Contrôle continu : exercices rendus, tests payants facultatifs en cours de semestre
<i>Préalable requis:</i>	Cours de math. et physique de 1ère année		
<i>Préparation pour:</i>	Physique IV et Electromagnétisme II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
SYSTEMES COMMUN.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique

**CONTENU**

**Electromagnétisme (suite)**

- Les équations de Maxwell: le courant de déplacement et les équations dans le vide, les ondes électromagnétiques, vecteur de Poynting et énergie EM
- Optique géométrique
- Optique physique: les phénomènes d'interférence en optique, diffraction par une fente, un réseau, pouvoir de résolution, la lumière polarisée et la biréfringence

**Mécanique quantique**

- Limites de la physique classique: corps noir, effet photoélectrique, la nature quantique des radiations, effet Compton
- Nature duale (onde-corpuscule) de la matière, relations de Louis de Broglie, principe d'incertitude
- Fonction d'onde et équation de Schrödinger: puits et barrière de potentiel, effet tunnel, structure atomique, émission et absorption de rayonnement

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	4.5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes de cours ; <u>University Physics</u> , A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990) ; <u>Physics</u> , D. Halliday, R. Resnick, et K. S. Krane Wiley&sons, 5 <sup>th</sup> edition, Volume 2	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Contrôle continu : exercices rendus, tests payants facultatifs en cours de semestre
<i>Préalable requis:</i>	Cours de math. et physique de 1ère année et 3 <sup>ème</sup> semestre		
<i>Préparation pour:</i>	Electromagnétisme II		

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE I					
<b>Enseignant:</b> François PATTHEY, Maître d'enseignement et de recherche EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 32</i>
MÉDECINE-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHARMACIE-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
POLSCIENT-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2.3</i>

**OBJECTIFS**

Aider à la compréhension des phénomènes physique étudiés au cours.

Familiariser avec les dispositifs expérimentaux.

Initier à la prise de mesures et à leur traitement.

**CONTENU**

Diverses expériences dans les domaines suivants :

- Mécanique
- Ondes
- Thermodynamique
- Physique atomique
- Electricité

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire, par groupe de 2	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notice sur le WEB (Pdf)	contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Davor PAVUNA, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE & GÉNIE CHIMIQUE ....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**MECANIQUE :**

- 1) Mécanique des particules: cinématique, loi de Newton et dynamique, énergie.
- 2) Mécanique des ensembles de particules: loi de conservation.
- 3) Mécanique des corps solides.
- 4) Questions de référentiel et éléments de relativité.

**PHYSIQUE DES FLUIDES :**

- 1) Hydrostatique.
- 2) Dynamique sans viscosité: théorèmes d'Euler et de Bernouilli.
- 3) Viscosité.

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (début) :**

- 1) Méthodes statistiques.
- 2) Théorie cinétique du gaz parfait.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	Examen écrit au propédeutique I	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Utilisation progressive d'Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Davor PAVUNA, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE & GÉNIE CHIMIQUE ....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (suite)**

- 1) Équation de van der Waals et transitions de phase.
- 2) 1er et 2e principes: énergie interne et entropie.
- 3) Transfert de chaleur: conduction, convection, rayonnement.

**ÉLECTROMAGNÉTISME**

- 1) Électrostatique: champ électrique, potentiel, théorème de Gauss, capacité.
- 2) Courant stationnaire: résistivité, loi d'Ohm.
- 3) Magnétostatique: champ B, lois générales.
- 4) Induction, circuits électriques
- 5) Equation de Maxwell
- 6) Eléments de théorie des ondes
- 7) Optique : interférence, diffraction, polarisation
- 8) Optique géométrique

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	Examen écrit au propédeutique I	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I, Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II		
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
<b>Enseignant:</b> Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU VIVANT.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, vérifier les lois de comportement de ce système et discuter l'exploitation des résultats en relation avec certains aspects de recherches en biophysique.

**CONTENU**

Introduction aux techniques de mesures du monde physique :.

*Chapitres :*

- 1) Systèmes d'unités, ordres de grandeurs, calcul des incertitudes de mesures
- 2) Optique géométrique : instruments d'optique, interférométrie
- 3) Mécanique : torsion élastique, viscosité des liquides, tension superficielle
- 4) Thermodynamique: mesures de températures, cycle de Stirling, pompe à chaleur
- 5) Ondes : vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique, rayons X
- 6) Electricité : systèmes oscillants (RCL), résonances, facteur de qualité

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	Contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i> Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale	
<i>Préparation pour:</i> Travail de laboratoire	

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
<b>Enseignant:</b> Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 28</b>
SCIENCE ET GÉNIE DES MATÉRIAUX .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique 2</b>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats dans le cadre d'un petit projet de caractère industriel ou socio-économique. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

**CONTENU**

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par la Section des Matériaux.

*Exemples :*

- a) élasticité, anélasticité, viscosité, tension superficielle
- b) cycle thermodynamique de Stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température
- c) oscillations libres et forcées, résonances, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) moteurs électriques
- f) énergie solaire, rayons X, technique du vide

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	En laboratoire à raison de 4 h par semaine	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées	Contrôle continu	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale		
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Travail de laboratoire		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Apprendre à transcrire sous forme mathématique un phénomène physique, afin de pouvoir en formuler une analyse raisonnée. Les phénomènes considérés seront limités aux expériences élémentaires de la mécanique rationnelle du point matériel et du solide indéformable. Cette transcription mathématique inclut :

- une paramétrisation, un choix des repères de projection, des référentiels,
- un inventaire des forces;
- l'application des lois de la mécanique;
- l'application des principes de conservation.

**CONTENU**

**Sensibilisation aux objectifs de la mécanique**

La physique et la mécanique. Notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une et deux dimensions. Mouvement uniformément accéléré. Balistique. Oscillateur harmonique libre, amorti, forcé. Résonance.

**Cinématique et dynamique du point matériel**

Systèmes de coordonnées et repères. Eléments d'analyse vectorielle. Description des rotations, formules de Poisson, vitesse angulaire. Lois de Newton. Forces de liaison. Gravitation.

**Cinématique et dynamique des systèmes matériels et du solide indéformable**

Centre de masse. Théorème du centre de masse. Moment cinétique. Théorème du moment cinétique. Corps solide. Angles d'Euler. Effets gyroscopiques. Moment d'inertie et tenseurs d'inertie. Axes principaux d'inertie. Théorème de Steiner. Dynamique du solide avec axe fixe. Equations d'Euler.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Eb185, E289, D429, dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753809, A11039, Dg28	Examen écrit et contrôle continu	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Bonne formation au niveau maturité		
<i>Préparation pour:</i>	Physique II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

**Mécanique :**

Se sensibiliser aux bases de la mécanique newtonienne, aux principes de relativité et aux lois de conservation. Apprendre l'utilisation de ces concepts fondamentaux de la physique.

**Thermodynamique :**

Apprendre à définir un système thermodynamique, choisir les variables d'état, et spécifier comment il est couplé au monde extérieur. Savoir appliquer les grands principes de façon systématique. Se sensibiliser à la problématique des machines thermiques, de l'énergétique des réactions chimiques et des transitions de phase.

**CONTENU**

**Mouvement relatif et référentiel**

Loi d'inertie. Transformation des vitesses et des accélérations. Dynamique dans un référentiel en mouvement.

**Les bases de la mécanique newtonienne classique**

Relativité galiléenne. Lois de Newton. Lois de conservation. Chocs et collisions. Problème à deux corps.

**Energie**

Travail et puissance. Théorème de l'énergie cinétique. Frottements. Forces conservatives. Energie potentielle. Energie mécanique. Mouvement dans un potentiel. Equilibre et petites oscillations.

**Forces et interactions**

Forces électrostatiques et de Lorentz. Diffusion coulombienne et section efficace. Interactions fondamentales.

**Mécanique analytique**

Coordonnées et forces généralisées. Equations de Lagrange, contraintes holonomes et forces conservatives.

**Relativité restreinte**

Espace-temps. Invariance relativiste. Transformation de Lorentz. Cinématique et dynamique relativiste.

**Thermodynamique**

Introduction aux objectifs de la thermodynamique. Température. Travail et chaleur. Gaz parfaits et réels. Théorie cinétique. Machines thermiques. Entropie et irréversibilité. Potentiels thermodynamiques.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	758786, FC506, DP03.4, DP05.7, DF479, DF47, D 210-6, AYI 12	Examen écrit et contrôle continu	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique III, IV		

<b>Titre :           PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE I</b>					
<b>Enseignant:   Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MÉDECINE-UNIL .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Plus que toute autre science, la physique est une discipline logique et déductive. A la base de n'importe lequel de ses sous-domaines, on ne trouve que quelques concepts fondamentaux ou lois dérivés de mesures expérimentales. Une fois que l'on a maîtrisé ces idées de base, les applications en découlent généralement de manière directe, même si les détails peuvent parfois devenir compliqués. Par conséquent, il est important de concentrer son attention sur les principes de base en évitant de mémoriser une masse de faits et de formules.

La plupart des lois de la physique peuvent s'exprimer de manière assez concise sous la forme d'équations mathématiques. C'est un grand avantage, car une quantité considérable d'informations est implicitement contenue dans une seule équation. Cependant, cela veut dire aussi que toute tentative sérieuse d'apprendre ou d'appliquer la physique suppose que l'on consente à utiliser un certain appareil mathématique. L'algèbre du lycée et un peu de géométrie suffisent pour l'ensemble des sujets couverts par ce cours, qui requiert toutefois un niveau de pratique raisonnable.

L'étudiant(e) en médecine tirera un double avantage de l'étude de la physique. Il acquerra une compréhension des lois fondamentales qui régissent l'univers, de l'échelle subatomique à l'échelle cosmique, et beaucoup de ce qu'il apprendra lui sera également utile dans son activité de médecin. L'étude de la physique en tant que science fondamentale n'est pas des plus faciles, mais nous pensons qu'elle est profitable, en particulier pour l'étudiant qui envisage une formation approfondie dans les sciences connexes

Extraits du prologue du livre de J. Kane et M. Sternheim « Physique »

**CONTENU**

*Cours : Module Matière*

**1. Mécanique**

Dynamique du point matériel et du solide rigide, travail et énergie.

**2. Thermodynamique**

Température, gaz parfait, chaleur, premier et deuxième principes de la thermodynamique, propriétés thermiques de la matière, fonctions thermodynamiques.

**3. Electromagnétisme**

Conduction électronique et ionique, potentiel de diffusion, magnetostatique, induction magnétique, force électromotrice induite, courant alternatif.

*Travaux pratiques*

Systèmes oscillants, hydrodynamique, lois de conservation, lois des gaz, calorimétrie, principes de la thermodynamique, électrons dans champs E et B, couples thermoélectriques, résistivité électrique, courant alternatif, loi de Faraday, acoustique et étude des sons, polarimétrie, diffraction, optique géométrique, spectroscopie, rayons X, radioactivité.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> J. Kane, M. Sternheim « Physique », Dunod, Paris 1999	<b>Q C M</b> (Questions à choix multiples)
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MÉDECINE-UNIL .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Plus que toute autre science, la physique est une discipline logique et déductive. A la base de n'importe lequel de ses sous-domaines, on ne trouve que quelques concepts fondamentaux ou lois dérivés de mesures expérimentales. Une fois que l'on a maîtrisé ces idées de base, les applications en découlent généralement de manière directe, même si les détails peuvent parfois devenir compliqués. Par conséquent, il est important de concentrer son attention sur les principes de base en évitant de mémoriser une masse de faits et de formules.

La plupart des lois de la physique peuvent s'exprimer de manière assez concise sous la forme d'équations mathématiques. C'est un grand avantage, car une quantité considérable d'informations est implicitement contenue dans une seule équation. Cependant, cela veut dire aussi que toute tentative sérieuse d'apprendre ou d'appliquer la physique suppose que l'on consente à utiliser un certain appareil mathématique. L'algèbre du lycée et un peu de géométrie suffisent pour l'ensemble des sujets couverts par ce cours, qui requiert toutefois un niveau de pratique raisonnable.

L'étudiant(e) en médecine tirera un double avantage de l'étude de la physique. Il acquerra une compréhension des lois fondamentales qui régissent l'univers, de l'échelle subatomique à l'échelle cosmique, et beaucoup de ce qu'il apprendra lui sera également utile dans son activité de médecin. L'étude de la physique en tant que science fondamentale n'est pas des plus faciles, mais nous pensons qu'elle est profitable, en particulier pour l'étudiant qui envisage une formation approfondie dans les sciences connexes...

Extraits du prologue du livre de J. Kane et M. Sternheim « Physique ».

**CONTENU**

*Cours : Module Appareil Locomoteur*

Complément en mécanique, élasticité, viscoélasticité composite, énergies des systèmes bilan .... . Fracture résistance .....

Biomécanique, propriété physique des tissus vivant et de l'appareil locomoteur, peau, muscle, tendon ligament, os cartilage .... . Analyse de la marche, équilibre .....

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b></p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>     J. Kane, M. Sternheim « Physique », Dunod, Paris 1999</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p><b>Q C M</b> (Questions à choix multiples)</p>
---	---

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Minh-Tâm TRAN, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
BIOLOGIE-UNIL.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la Physique.

**CONTENU**

*Semestre d'hiver :*

- Importance de la Physique, mesures, unités
- Cinématique à une dimension de la particule, puis à deux et trois dimensions. Mouvements relatifs.
- Dynamique de la particule, les lois de Newton, travail et énergies.
- Loi de Newton pour un ensemble de particules, dynamique du solide.
- Eléments d'élasticité. Hydrostatique.
- Hydrodynamique, équation de continuité, équation de Bernoulli, viscosité dans un fluide réel.
- De la Mécanique à la Thermodynamique. Equation d'état, premier principe de la Thermodynamique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra ; notes de cours à disposition Exercices adaptés (importants)	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Physique (Eugène Hecht), Physique générale (F. Rothen)	Examen oral
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		
<i>Préalable requis:</i>	Baccalauréat	
<i>Préparation pour:</i>		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Minh-Tâm TRAN, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
BIOLOGIE-UNIL.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la Physique.

**CONTENU**

*Semestre d'été :*

- Introduction à la théorie cinétique des gaz, phénomènes de transport.
- L'entropie et le deuxième principe.
- Les autres potentiels thermodynamiques.
- Equilibre entre phases. Mélanges, pression osmotique.
- Electrostatique, loi de Gauss, potentiel électrique.
- Magnétostatique, forces de Lorentz et de Laplace, loi d'Ampère
- Phénomènes ondulatoires : caractéristiques des ondes, addition des ondes, ondes stationnaires.
- Les ondes acoustiques, pression et déplacement, perception des ondes, battements, effet Doppler.
- Les ondes électromagnétiques, interférences et diffractions.
- Vers la physique quantique : le photon, existence de niveaux d'énergie dans les atomes.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>   Ex cathedra ; notes de cours à disposition. Exercices adaptés (importants)</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>           Physique (Eugène Hecht), Physique générale (F. Rothen)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>           Baccalauréat</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p align="center">Examen oral</p>
---	--



<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Minh-Tâm TRAN, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 70
GEOSC-UNIL .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la Physique.

**CONTENU**

*Semestre d'été :*

- Introduction à la théorie cinétique des gaz, phénomènes de transport.
- L'entropie et le deuxième principe.
- Les autres potentiels thermodynamiques.
- Equilibre entre phases. Mélanges, pression osmotique.
- Electrostatique, loi de Gauss, potentiel électrique.
- Magnétostatique, forces de Lorentz et de Laplace, loi d'Ampère
- Phénomènes ondulatoires : caractéristiques des ondes, addition des ondes, ondes stationnaires.
- Les ondes acoustiques, pression et déplacement, perception des ondes, battements, effet Doppler.
- Les ondes électromagnétiques, interférences et diffractions.
- Vers la physique quantique : le photon, existence de niveaux d'énergie dans les atomes.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>   Ex cathedra ; notes de cours à disposition. Exercices adaptés (importants) Cours à suivre avec étudiants en Biologie. Chapitres choisis (2h/sem ) au trimestre 3.</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>           Physique (Eugène Hecht), Physique générale (F. Rothen)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>           Baccalauréat</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p align="center">Examen oral</p>
--	--

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Minh-Tâm TRAN, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
BIOLOGIE-UNIL.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Quelques chapitres de Physique ayant des applications en Biologie.

**CONTENU**

- La distribution de Boltzmann ; application à la centrifugation.
- Diffusion de la lumière. Diffusion sur de petites particules, puis sur de grosses molécules
- La diffraction des Rayons X.
- Le magnétisme atomique et nucléaire. L'expérience de Stern et Gerlach, le moment cinétique en Physique quantique, la résonance magnétique. Application à la RMN.
- L'équation de Schrödinger en Mécanique quantique : dualité onde-corpuscule, principe d'incertitude, arguments plausibles menant à l'équation de Schrödinger. Résolution de l'équation de Schrödinger indépendante du temps pour quelques exemples de potentiels. Barrière de potentiel : transmission, réflexion, effet tunnel. Application au microscope à effet tunnel.

<p><b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>    Ex cathedra Notes de cours disponibles</p> <p><b>BIBLIOGRAPHIE:</b>           Principles of Physical Biochemistry                                   (K. van Holde et al.)                                   Quantum Physics                                   (R. Eisberg et R. Resnick)</p> <p><b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b></p> <p><i>Préalable requis:</i>            Cours de Physique générale I et II</p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p><b>FORME DU CONTROLE:</b></p> <p>Examen oral</p>
---	---

<b>Titre: COMPLÉMENT DE PHYSIQUE GÉNÉRALE</b>		<b>Title: COMPLEMENTS OF GENERAL PHYSICS</b>			
<b>Enseignant: Stefano VILLA, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
Pour la licence ès sciences : ...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
LIC. CHIMIE/BIOLOGIE & GÉOLOGIE UNIL.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Familiariser les étudiants avec quelques-uns des thèmes importants de la physique moderne. A la fin du cours, l'étudiant devra être capable d'utiliser dans des situations simples les notions de base des thèmes présentés durant le cours.

**OBJECTIVE**

This course will give an introduction to some of the most important subjects of modern physics. At the end of the course, the student should be able to master the basic knowledge of the subjects dealt with during the lectures, in the context of a simple scientific discussion.

**CONTENU**

- 1. Physique quantique :** Introduction à la physique quantique, effet photoélectrique, effet Compton, spectroscopie atomique, niveaux d'énergie et modèle quantique de l'atome, lasers, fonction d'onde, propriétés du noyau atomique, nucléons, force forte, introduction aux modèles du noyau, radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .
- 2. Physique des matériaux solides :** La dynamique des électrons dans un potentiel périodique, bandes d'énergie dans les solides, conduction électrique, les semi-conducteurs, la supraconductivité, propriétés magnétiques des solides.
- 3. Physique des hautes énergies :** relativité restreinte, constituants de la matière (quarks et leptons), vecteurs des forces fondamentales, introduction au Modèle Standard et ses tests expérimentaux, grande unification (GUT), cosmologie

**CONTENTS**

- 1. Quantum Physics:** Introduction to quantum physics, photoelectric effect, Compton effect, atomic spectroscopy, energy levels and quantum model of the atom, lasers, wave function, properties of the atomic nucleus, nucleons, strong force, introduction to nuclear models, radioactivity  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$ .
- 2. Solid State Physics:** dynamics of the electrons in a periodic potential, energy bands in solids, electric conduction, semiconductors, superconductivity, magnetic properties of solids.
- 3. High Energy Physics:** special relativity, the building blocks of matter (quarks and leptons), carriers of the fundamental forces, introduction to the Standard Model and its experimental tests, grand unified theories (GUT), cosmology.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> R.A. Serway, <i>Physique, Volume 3, Optique et physique moderne</i> (De Boeck Université, 1992)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, mathématiques des deux premières années	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
<b>Enseignant:</b> Stefano VILLA, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
BIOLOGIE-UNIL.....	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GEOSC-UNIL .....	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 4</i>

**OBJECTIFS**

Le cours a deux buts principaux :

1. Familiariser les étudiants avec les méthodes de la physique expérimentale.
2. Vérifier et approfondir les lois de la physique qui sont apprises au cours de Physique Générale I.

**CONTENU**

Expériences dans les domaines de la physique atomique et nucléaire, de l'électricité, de la mécanique, des ondes et de la thermodynamique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire, 4h par semaine	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notice des expériences disponible sur le WEB et au laboratoire	Contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Cours de Physique générale I	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
<b>Enseignant:</b> Stefano VILLA, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
BIOLOGIE-UNIL.....	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 4</i>

**OBJECTIFS**

Le cours a deux buts principaux :

1. Familiariser les étudiants avec les méthodes de la physique expérimentale.
2. Vérifier et approfondir les lois de la physique qui sont apprises au cours de Physique Générale II.

**CONTENU**

Expériences dans les domaines de la physique atomique et nucléaire, de l'électricité, de la mécanique, des ondes et de la thermodynamique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire, 4h par semaine	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notice des expériences disponible sur le WEB et au laboratoire	Contrôle continu
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> Cours de Physique Générale II	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :           PHYSIQUE GÉNÉRALE III</b>					
<b>Enseignant:   Laurent VILLARD, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine :</i>
GÉNIE MÉCANIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les lois qui permettent de décrire et prédire ces phénomènes. Maîtriser les outils mathématiques correspondants. Savoir appliquer ces connaissances à des cas réels. Se préparer à les appliquer aux domaines technologiques.

**CONTENU**

**1. Physique des milieux continus**

- 1.1 Cinématique et dynamique des fluides parfaits. *Le modèle fluide. Champs de vitesses et de densité. Equations de continuité, d'Euler et de Bernouilli.*
- 1.2 Dynamique des fluides visqueux incompressibles. *Forces de viscosité. Equation de Navier-Stokes. Similarité, nombre de Reynolds, portance, traînée.*

**2. Electromagnétisme**

- 2.1 Electrostatique. *Force de Coulomb. La charge comme source du champ électrique. Loi de Gauss. Potentiel. Energie électrostatique. Dipôle. Polarisation de la matière.*
- 2.2 Magnétostatique. *Force de Lorentz. Le courant comme source du champ magnétique. Loi d'Ampère. Dipôle. Aimantation de la matière : dia-, para- et ferro-magnétisme*
- 2.3 Induction. *Loi de Faraday. Energie magnétique*
- 2.4 Equations de Maxwell. *Conservation de la charge. Energie électromagnétique, flux d'énergie. Solutions ondulatoires. Rayonnement d'une charge accélérée. Optique géométrique et ondulatoire*

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec expériences en salle, exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Alonso-Finn Vol. 2, notes de cours polycopiées	Contrôle continu (exercices, tests)	
		Examens écrits	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I et II, Analyse I et II		
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale IV, Electromagnétisme II, Mécanique des milieux continus, cours de spécialité en électromagnétisme, mécanique des fluides, etc.		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE IV</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Laurent VILLARD, MER EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
GÉNIE ÉLECTRIQUE&EL....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine :</i>
GÉNIE MÉCANIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les lois qui permettent de décrire et prédire ces phénomènes. Maîtriser les outils mathématiques correspondants. Savoir appliquer ces connaissances à des cas réels. Se préparer à les appliquer aux domaines technologiques

**CONTENU**

**1. Théorie des ondes**

- 1.1 Propagation d'ondes. *Equations d'Alembert. Solutions propageantes, stationnaires, planes, sphériques et sinusoïdales. Représentation complexe. Relation de dispersion. Energie transportée par une onde. Effet Doppler. Polarisation.*
- 1.2 Superposition d'ondes. *Principe de Huygens. Interférences. Diffraction*

**2. Introduction à la mécanique quantique**

- 2.1 Limites de la physique classique. *Nature duale onde-corpuscule des particules. Nature probabiliste des observations. Relation de Louis de Broglie. Principe d'incertitude. Fonction d'onde.*
- 2.2 Equation de Schrödinger. *Etats propres. Puits et barrières de potentiel. Effet tunnel. Niveaux d'énergie atomique. Emission et absorption de rayonnement.*

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra avec expériences en salle, exercices en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Alonso-Finn Vol.2, notes de cours polycopiées	Contrôle continu (exercices, tests)	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Examens écrits	
<i>Préalable requis:</i>	Physique Générale I-II, Analyse I-II		
<i>Préparation pour:</i>	Electromagnétisme II-III, Mécanique des milieux continus, cours de spécialité en électromagnétisme, mécanique des fluides, etc		

<i>Titre:</i> <b>ANALYSE VECTORIELLE</b>			<i>Titre:</i> <b>VECTOR ANALYSIS</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Dario ZÜRCHER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 8
Pour la licence ès sciences : ...		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
LIC. CHIMIE/BIOLOGIE &		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 0.6
GÉOLOGIE UNIL.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

L'objectif du cours est de présenter les outils de l'analyse vectorielle nécessaires pour la physique et les mathématiques appliquées (en particulier, pour le cours d'électrodynamique).

**OBJECTIVE**

The main objective of this course is to provide the students with the fundamentals of vector analysis, notably in view of applications to the electrodynamics.

**CONTENU**

- Coordonnées orthogonales, cylindriques et sphériques.
- Champs scalaires, champs vectoriels.
- Intégrales curvilignes (travail et circulation), intégrales de surface (flux), intégrales de volume.
- Opérateurs gradient, divergence, rotationnel et laplacien.
- Champs conservatifs.
- Théorème de Stokes, théorème de la divergence (Gauss).

**CONTENTS**

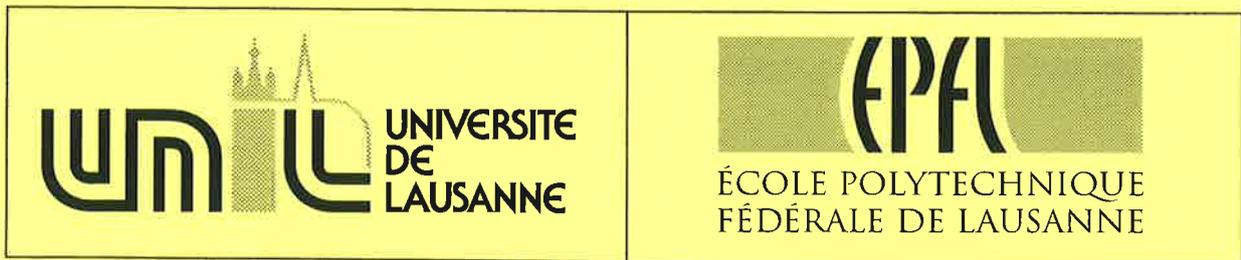
- Orthogonal, cylindrical and spherical coordinates.
- Scalar fields, vector fields.
- Path integrals (work and circulation), surface integrals (flux), volume integrals
- Laplacian, gradient, curl and divergence operators.
- Conservative fields.
- Stokes and Gauss theorems.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, avec exercices en salle	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	1
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	"Les cours de physique de Feynman : Electromagnetisme 1", Feynman/Leighton/Sands, (Inter Editions, Paris 1979) Notes polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE:</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale et mathématiques de 1 <sup>ère</sup> année.	Examen oral	
<i>Préparation pour:</i>	Électrodynamique		

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

MASTER ÈS SCIENCES  
POUR L'ENSEIGNEMENT

2004/2005



## **Règlement du Master ès sciences pour l'enseignement**

*valable pour l'année académique 2004-2005*

### **1. Description générale**

Le Master ès sciences pour l'enseignement est un programme d'enseignement qui permet à un titulaire d'un Bachelor ès sciences dans une discipline scientifique de compléter sa formation par l'acquisition de connaissances et de compétences dans une deuxième discipline scientifique. La réussite de ce programme donne droit au grade de "Master ès sciences pour l'enseignement de - et de -", la première mention étant la discipline principale (discipline du Bachelor) et la deuxième la discipline secondaire (discipline du Master). La dénomination anglaise est "Master of science for education in - and -". Ce grade est délivré conjointement par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) et par l'Université de Lausanne (UNIL).

Ce grade satisfait aux exigences de l'article 3, al.1 du Règlement de la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) du 4 juin 1998 concernant la reconnaissance des diplômes d'enseignement pour les écoles de maturité. Son existence est basée sur l'article 2.2 de la Convention du 10 juillet 2001 entre l'Université de Lausanne (UNIL) et l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) pour le transfert à l'EPFL de la Section de chimie, de l'Institut de mathématiques et de la Section de physique de la Faculté des sciences de l'UNIL, ainsi que pour l'échange de prestations d'enseignements et de services (ci-après, la Convention).

### **2. Organes responsables de l'organisation du Master ès sciences pour l'enseignement**

Le Master ès sciences pour l'enseignement est placé sous la responsabilité de la Commission "Formation d'enseignants" (ci-après, la Commission) prévue à l'article 2.6, al. 3 de la Convention.

La Commission est chargée d'organiser le programme de Master ès sciences pour l'enseignement, en particulier de:

- a) préavisier les admissions à l'intention des instances compétentes de l'EPFL et de l'UNIL;
- b) préparer le plan et le règlement d'études qui est soumis pour adoption aux instances compétentes de l'EPFL et de l'UNIL;
- c) traiter les demandes particulières des étudiants;
- d) organiser les examens;
- e) proposer à la Direction de l'EPFL et au Rectorat de l'UNIL l'octroi des grades.

### **3. Admission au Master ès sciences pour l'enseignement**

Sont admis sans condition supplémentaire les titulaires

- a) du Bachelor en mathématiques délivré par l'EPFL, sur proposition de la Faculté des sciences de base,
- b) du Bachelor en physique délivré par l'EPFL, sur proposition de la Faculté des sciences de base,
- c) du Bachelor en chimie délivré par l'EPFL, sur proposition de la Faculté des sciences de base,
- d) du Bachelor en biologie délivré par l'UNIL, sur proposition de la Faculté de biologie et de médecine,
- e) du Bachelor en géosciences et environnement délivré par l'UNIL, sur proposition de la Faculté des géosciences et de l'environnement,

ainsi que les titulaires d'un Bachelor ès sciences dans une discipline choisie parmi les mathématiques, la physique, la chimie, la biologie, la géographie, les sciences de la Terre, les sciences de l'environnement, délivré par une université suisse, ou d'un titre jugé équivalent par la Commission, pour autant qu'ils soient formellement admissibles en programmes de master.

#### **4. Inscription au Master ès sciences pour l'enseignement**

Le candidat au Master ès sciences pour l'enseignement doit choisir une discipline scientifique (appelée discipline du Master), différente de la discipline étudiée pendant ses études de Bachelor, parmi

- a) les mathématiques,
- b) la physique,
- c) la chimie,
- d) la biologie,
- e) les géosciences et les sciences de l'environnement,
- f) l'informatique

Pour les disciplines (a), (b) et (c), le candidat doit s'immatriculer à l'EPFL. Pour les disciplines (d), (e) et (f), le candidat doit s'immatriculer à l'UNIL.

#### **5. Durée des études**

La durée normale des études est de trois semestres. La durée maximale des études est de six semestres. La durée maximale des études est réduite proportionnellement pour les étudiants au bénéfice d'équivalences.

#### **6. Plan d'études**

Le Master ès sciences pour l'enseignement est un grade obtenu après l'acquisition de 90 crédits ECTS, selon le programme suivant :

- |   |                 |
|---|-----------------|
| • enseignements dans la discipline du Master  | 50 crédits ECTS |
| • module des enseignements en sciences humaines et sociales et en sciences de l'éducation | 20 crédits ECTS |
| • travail de Master   | 20 crédits ECTS |

Les enseignements dans la discipline du Master peuvent être répartis en deux modules, le module des enseignements obligatoires et le module des enseignements à option, ou ne comporter que des enseignements à option.

Le module des enseignements en sciences humaines et sociales et en sciences de l'éducation comprend des enseignements dispensés par l'EPFL, par l'UNIL et par la Haute Ecole Pédagogique du Canton de Vaud (HEP).

Le liste complète des enseignements figure au plan d'études annexé au présent règlement.

## **7. Organisation des examens**

Les examens sont organisés par les services de l'EPFL et de l'UNIL, sous la responsabilité de la Commission. La forme des épreuves est indiquée dans le plan d'études.

Chaque épreuve est sanctionnée par une note, sur l'échelle de 1 à 6; seuls les points et les demi-points sont admis. La note 0 sanctionne l'absence ou la tricherie: elle implique l'échec (au module des enseignements obligatoires s'il s'agit d'un enseignement obligatoire, ou à un enseignement à option).

Pour chaque épreuve, le nombre maximal de tentatives est de deux.

Le candidat est soumis aux dispositions générales concernant les examens de l'institution dans laquelle l'épreuve a lieu.

## **8. Conditions de réussite**

### **8.1. Module des enseignements obligatoires dans la discipline du Master**

L'étudiant doit se présenter à toutes les épreuves portant sur les enseignements obligatoires. Pour chaque épreuve, il peut se faire examiner à la session d'examens qui suit immédiatement l'enseignement ou dans un délai de deux ans.

Le module des enseignements obligatoires est réussi, et tous les crédits ECTS correspondants au module sont octroyés, si la moyenne pondérée par les crédits ECTS correspondant à chaque enseignement est supérieure ou égale à 4.

Si la moyenne pondérée est inférieure à 4, seules les épreuves pour lesquelles la note est inférieure à 4 peuvent et doivent être représentées.

### **8.2. Module des enseignements à option dans la discipline du Master**

Pour le module des enseignements à option dans la discipline du Master, l'étudiant choisit les enseignements sur lesquels il veut se faire examiner. Pour chaque épreuve, il peut se faire examiner à la session d'examens qui suit immédiatement l'enseignement ou au maximum dans un délai de deux ans.

Les épreuves sont indépendantes. Chaque épreuve est réussie et donne droit à l'octroi des crédits ECTS correspondants si la note obtenue est supérieure ou égale à 4. En cas

d'échec (simple ou définitif) à une épreuve, l'étudiant peut choisir un autre enseignement, sous réserve des dispositions des articles 5 et 9.

Le module des enseignements à option dans la discipline du Master est réussi si l'étudiant a acquis au minimum le nombre de crédits ECTS requis.

### **8.3. Module des enseignements en sciences humaines et sociales et en sciences de l'éducation**

Tous les enseignements en sciences humaines et sociales et en sciences de l'éducation sont optionnels. Pour chaque enseignement, les conditions d'acquisition des crédits correspondants doivent être satisfaites au plus tard dans un délai de deux ans. Dans ce cas, les crédits correspondants sont octroyés.

En cas d'échec (simple ou définitif) à un enseignement, l'étudiant peut choisir un autre enseignement, sous réserve des dispositions des articles 5 et 9.

Le module des enseignements en sciences humaines et sociales et en sciences de l'éducation est réussi si l'étudiant a acquis au minimum le nombre de crédits ECTS requis.

### **8.4. Travail de Master**

L'étudiant doit réaliser un travail personnel qui peut être un travail interdisciplinaire impliquant les compétences acquises dans la disciplines du Bachelor et dans la discipline du Master ou un travail dans la discipline du Master. Dans le premier cas, ce travail est effectué sous la direction d'un enseignant de l'unité responsable de l'enseignement de la discipline du Bachelor ou celle responsable de la discipline du Master, dans le second sous la direction d'un enseignant de l'unité responsable de la discipline du Master. Il fait l'objet de la rédaction d'un mémoire et d'une présentation orale. Il est sanctionné par une note portant sur le mémoire et sur la présentation orale. Le travail de Master est réussi et donne droit à 20 crédits ECTS si la note est supérieure ou égale à 4.

Dès le début du programme, mais au plus tard à la fin du deuxième semestre suivant l'admission au Master, le candidat est responsable de trouver un enseignant (professeur, MER ou maître assistant) prêt à diriger son travail de Master. Il l'annonce à la Commission.

La durée et les conditions de réussite du travail de Master sont celles qui sont en vigueur pour les travaux de Master usuels de l'unité à laquelle est rattaché le directeur du travail.

## **9. Echec définitif**

Le candidat est en échec définitif s'il échoue le Module des enseignements obligatoires après avoir présenté une deuxième fois les épreuves échouées ou s'il n'obtient pas les 90 crédits ECTS, conformément aux dispositions des articles 6 et 8 dans le délai prévu à l'article 5.

## **10. Demandes d'équivalences**

Des demandes d'équivalences pour une partie du plan d'études, mais au maximum pour 30 crédits ECTS, peuvent être présentées à la Commission qui décide de l'octroi ou du refus de l'équivalence.

#### **11. Voies de recours**

Les candidats peuvent déposer un recours en première instance contre les résultats aux examens auprès de la Commission. Le recours doit être dûment motivé et déposé dans un délai de 10 jours après notification des résultats. Les recours en deuxième instance doivent être adressés à l'institution où l'étudiant est immatriculé.

#### **12. Octroi du grade**

Sur proposition de la Commission, la Direction de l'EPFL et le Rectorat de l'UNIL décernent conjointement le grade de Master ès sciences pour l'enseignement de "discipline du Bachelor" et de "discipline du Master".

#### **13. Dispositions transitoires**

Pour les années académiques 2004-2005 et 2005-2006, les étudiants ayant réussi la troisième année d'un programme de Bachelor, de Licence ou de Diplôme d'une université suisse correspondant aux programmes mentionnés à l'article 4 et ayant obtenu au minimum 180 crédits ECTS, sont admis au Master ès sciences pour l'enseignement sans conditions.

#### **14. Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2004.

Le Président de l'EPFL

Patrick Aebischer

Lausanne, le

Le Recteur de l'Université de Lausanne

Jean-Marc Rapp

Lausanne, le

La Cheffe du Département  
de la Formation et de la Jeunesse

Anne-Catherine Lyon

Lausanne, le

Plan d'études pour Master en physique pour titulaires d'un bachelor en mathématiques (ou formation équivalente)

Matières Enseignements obligatoires (29 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description page
	C	E	P	C	E	P				
Mécanique analytique	2	2					De Los Rios	écrit	4	267
Physique III, IV	4	2		4	2		Meister	écrit	12	268, 269
Physique TPD I, II			4			4	Gremaud	pratique	8	270
Physique quantique I				3	2		Mila	écrit	5	271
<b>Enseignements optionnels (min. 21 crédits ECTS)</b>										
Astrophysique I : Introduction à l'astrophysique				2	1		Meylan	oral	3	272
Biophysique I	2	1					Meister/Bény	écrit	3	273
Biophysique II				2	1		Dietler	oral	3	274
Optique I	2	1					Kapon	oral	3	275
Optique II				2	1		Kapon	oral	3	276
Physique des matériaux I	2	1					Schaller	oral	3	277
Physique des matériaux II				2	1		Baluc/Schaller	oral	3	278
Physique des plasmas I				2	1		Alberti	oral	3	279
Physique nucléaire et corpusculaire I	2	2					O. Schneider	oral	4	280
Physique statistique I	2	2					Ph. Martin	oral	4	281
Structure de la matière condensée				2	1		Chapuis	oral	3	282



Plan d'études pour Master en physique pour titulaires d'un Bachelor en biologie ou en géosciences et environnement (ou formation équivalente)

Matières Enseignements obligatoires (26 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description page
	C	E	P	C	E	P				
Expérimentation numérique I				1	1		Baldereschi/Posternak	pratique	2	283
Introduction à la métrologie	1		3				Schaller/Grémaud	pratique	4	284
Physique générale I, II *	4	2		4	2		Pavuna	écrit	12	285, 286
Physique TPD I, II			4		4		Grémaud	pratique	8	270
<b>Enseignements optionnels (min. 24 crédits ECTS)</b>										
Astrophysique I: Introduction à l'astrophysique				2	1		Meylan	oral	3	272
Biophysique I	2	1					Meister/Bény	écrit	3	273
Biophysique II				2	1		Dietler	oral	3	274
Optique I	2	1					Kapon	oral	3	275
Optique II				2	1		Kapon	oral	3	276
Physique des matériaux I	2	1					Schaller	oral	3	277
Physique des matériaux II				2	1		Baluc/Schaller	oral	3	278
Physique des plasmas I				2	1		Alberti	oral	3	279
Physique nucléaire et corpusculaire I	2	2					O. Schneider	oral	4	280
Physique statistique I	2	2					Ph. Martin	oral	4	281
Structure de la matière condensée				2	1		Chapuis	oral	3	282

\* cours donné par la section de physique aux étudiants de la section de chimie de l'EPFL

<b>Titre :</b> MÉCANIQUE ANALYTIQUE					
<b>Enseignant:</b> Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
BACHELOR EN MATHÉMATIQUES ...		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présentation des méthodes de la mécanique analytique (équations de Lagrange et de Hamilton) et introduction à l'étude des systèmes dynamiques (notions de stabilité, de chaos, d'attracteur).

**CONTENU**

- 1. Rappels de mécanique newtonienne**
- 2. Les équations de Lagrange**
  - Principe de d'Alembert.
  - Principe de moindre action.
  - Applications.
- 3. Les équations de Hamilton**
  - Transformations de Legendre.
  - Transformations canoniques.
  - Méthode de Hamilton-Jacobi.
- 4. Introduction aux systèmes dynamiques**
  - Notion de stabilité.
  - Systèmes Hamiltoniens : intégrabilité et chaos.
  - Systèmes dissipatifs : notion d'attracteur.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en salle.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique, physique quantique.	

<b>Titre :           PHYSIQUE III</b>					
<b>Enseignant:   Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l’outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

**CONTENU**

**Mécanique des corps déformables**

Etats de la matière, modèle continu; comportement élastique; comportement visqueux; efforts internes, tenseur des contraintes; tenseur des déformations; solides hookéen, loi de Hooke généralisée; fluide newtonien: relation contrainte-vitesse de déformation; équilibre d’un corps, flexion et torsion; instabilité élastique

**Physique des fluides**

Cinématique des fluides; équation de continuité; dynamique des fluides parfaits; statique des fluides; dynamique des fluides visqueux incompressibles; stabilité d’un écoulement, nombre de Reynolds et similitude; physique des surfaces, tension superficielle et capillarité.

**Electromagnétisme (1<sup>ère</sup> partie)**

Electrostatique, champ et potentiel électriques; courants électriques stationnaires; magnétostatique; champs électrique et magnétique dans la matière, polarisation et aimantation.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Physique I et II	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année combiné avec Physique IV
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	Contrôle continu durant le semestre

<b>Titre :           PHYSIQUE IV</b>					
<b>Enseignant:   Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours           4</i>
BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices       2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l'outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

**CONTENU**

**Electromagnétisme (2<sup>ème</sup> partie)**

Champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; équations de Maxwell; énergie électromagnétique, vecteur de Poynting; circuits électriques en régime non-stationnaire.

**Phénomènes de propagation ondulatoire**

Ondes dans un milieu matériel et ondes électromagnétiques: propagation, transport d'énergie, atténuation, effet Doppler; superposition d'ondes: ondes stationnaires, battements, interférences; interactions ondes-milieu de propagation: réfraction, réflexion, diffraction, diffusion.

**Eléments d'optique géométrique**

Lentilles; aberrations; instruments d'optique.

**Introduction à la physique moderne (selon temps disponible)**

De la physique classique à la mécanique quantique; physique non-linéaire et chaos; éléments de physique atomique ; introduction à la biophysique ; etc..

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	6
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou Automne
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II et III	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année combiné avec Physique III	
<i>Préparation pour:</i>		Contrôle continu durant le semestre	

<b>Titre :</b> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE DÉBUTANTS I, II					
<b>Enseignant:</b> Gérard GREMAUD, Chargé de cours EPFL/SPH					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56/56</b>
PHYSIQUE .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 4

**OBJECTIFS**

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications. En particulier, favoriser une assimilation de synthèse (phénomènes classés dans des chapitres différents, mais obéissant aux mêmes lois). Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer les sens de l'initiative et de la créativité. Améliorer les techniques de rédaction de rapports et de présentation orale.

**CONTENU**

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> En laboratoire à raison de 4h. par semaine	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 4 / 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notices polycopiées	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> hiver + été
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Introduction à la métrologie <i>Préparation pour:</i>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Contrôle continu

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE QUANTIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Familiariser l'étudiant avec les concepts, les méthodes et les conséquences de la physique quantique.

**CONTENU**

1. **Introduction à la Mécanique quantique**
2. **Des particules aux ondes : l'équation des Schrödinger**
3. **Formulation générale de la Mécanique quantique**
4. **Premiers exemples d'application :**
  - Marche et puits de potentiel
  - L'oscillateur harmonique
  - Particule dans un champ magnétique uniforme : niveaux de Landau
5. **Une autre formulation de la Mécanique Quantique : l'intégrale de chemin**
6. **L'interprétation de la Mécanique Quantique**

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 5
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Lectures on quantum mechanics" Gordon Baym	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b>
<i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique et mathématique du 1 <sup>er</sup> cycle et Physique du solide physique nucléaire	Examen écrit 2 <sup>ème</sup> année
<i>Préparation pour:</i>	

<b>Titre :</b> <b>ATROPHYSIQUE I : INTRODUCTION À L'ASTROPHYSIQUE</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Georges MEYLAN, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales:</b> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est de présenter une vue générale des méthodes et des connaissances de l'astrophysique moderne afin d'illustrer notre perception et notre compréhension actuelle de l'univers. Ce cours constitue la base indispensable aux autres cours d'astrophysique plus avancés. Toutefois, il peut également être considéré comme un tout en lui-même et, par là, contribuer à la culture générale de tout étudiant(e) ne désirant pas nécessairement se spécialiser en astrophysique.

**CONTENU**

1. Naissance de la science : rôle de l'astronomie et de l'astrophysique de l'Antiquité à nos jours.
2. Connaissances de base : astronomie sphérique, télescopes, détecteurs et observations ; concepts de photométrie et magnitudes ; concepts de spectroscopie ; mécanisme de radiation ; mécanique céleste.
3. Système solaire : le soleil ; la terre et la lune ; planètes et astéroïdes ; planètes hors du système solaire ; formation de systèmes planétaires ; apparition de la vie.
4. Les étoiles : énergie nucléaire et synthèse des éléments ; évolution stellaire des étoiles de petites et grandes masses ; naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs ; amas d'étoiles et diagramme de Hertzsprung-Russell.
5. Le milieu interstellaire : poussières, gaz et molécules interstellaires.
6. La Voie Lactée, notre galaxie : populations stellaires ; rotation galactique différentielle ; structure spirale.
7. Les galaxies : classification ; distribution de la luminosité et de la masse dans les galaxies régulières ; galaxies à noyaux actifs et quasars ; trous noirs supermassifs ; amas de galaxies ; formation et évolution des galaxies.
8. Cosmologie : cosmologie newtonienne ; relativité générale et cosmologie ; l'histoire de l'univers ; formation des structures à grandes échelles ; les contraintes observationnelles ; matière sombre, énergie sombre.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	« An Introduction to Modern Astrophysics », B.W. Carroll & D.A. Ostlie, Addison Wesley, 1996 « Fundamental Astronomy », H. Karttunen et al., Springer Verlag, 4th edition, 2003 « Astronomy : A Physical perspective », M.L. Kutner, Cambridge, 2 <sup>nd</sup> edition, 2004 « Galactic Astronomy », J. Binney & M. Merrifield, Princeton, 1998	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral 2 <sup>ème</sup> année
<b>Préalable requis:</b>	Physique générale		
<b>Préparation pour:</b>			

<i>Titre:</i> <b>BIOPHYSIQUE I</b>			<i>Title:</i> <b>BIOPHYSICS I</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH</b> <b>Jean-Louis BÉNY, Professeur Université de Genève</b> <b>Boris HINZ, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHY- SIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter quelques propriétés physiques des cellules vivantes et les modèles utiles à leur interprétation

**CONTENU**

**Eléments d'électrophysiologie:**

- Potentiel transmembranaire
- Modèle de Hodgkin – Huxley
- Electrophysiologie moléculaire
- Electrophysiologie des cellules excitables et non excitables
- Mécanismes de l'activité rythmique
- Potentiel extracellulaire, exemple de l'électrocardiogramme

**Base d'intégration neuronale:**

- Synapse électrique
- Synapse chimique
- Sommation spatio-temporelle

**Mécanisme de contraction musculaire:**

- Contraction musculaire
- Modèle moléculaire de Huxley
- Contractions isométriques et isotonique
- Energétique de la contraction
- Contrôle du mouvement

**OBJECTIVE**

To present the physical properties of living cells, together with some models to interpret them

**CONTENTS**

**Bioelectricity:**

- Transmembrane potential
- Hodgkin – Huxley membrane model
- Molecular electrophysiology
- Electrophysiology of excitable and non-excitable cells
- Mechanisms of rhythmic activity
- Extracellular potential, example of the electrocardiogram

**Basis of neuronal integration:**

- Electrical synapse
- Chemical synapse
- Spatio-temporal summation

**Mechanisms of muscle contraction:**

- Muscle contraction
- Huxley molecular model
- Analysis of isometric and isotonic contraction
- Energy and muscle contraction
- Control of movement

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices dirigés en classe.	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Liste d'ouvrage et articles scientifiques recommandés, corrigés d'exercices	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Physique et mathématiques du premier cycle		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> <b>BIOPHYSIQUE II</b>			<i>Title:</i> <b>BIOPHYSICS II</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Giovanni DIETLER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHY- SIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduction à la structure des molécules et aux interactions entre les molécules.

**OBJECTIVE**

Introduction to molecular structure and interaction forces between molecules

**CONTENU**

**Partie II :**

- Les Forces en physique
- Aspects thermodynamiques
- Forces intermoléculaires
- Interactions entre corps macroscopiques
- Forces de van der Waals
- « Double-layer » forces
- Interactions dans les protéines et ADN.

**CONTENTS**

**Part II:**

- Forces in physics
- Thermodynamics
- Intermolecular forces
- Interactions between macroscopic bodies
- Van de Waals forces
- Double layer forces
- Interactions in proteins and DNA

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Polycopiés	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTRÔLE:</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Electromagnétisme	
<i>Préparation pour:</i> Master, thèse de doctorat	

<i>Titre:</i> <b>OPTIQUE I</b>			<i>Title:</i> <b>OPTICS I</b>		
<i>Enseignant:</i> <b>Eli KAPON, Professeur EPFL/PH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV. ....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

**1. Théorie électromagnétique de la lumière**

- 1.1 Équations de Maxwell dans la matière
- 1.2 Équations d'onde et leurs solutions
- 1.3 Énergie et quantité de mouvement
- 1.4 Photons

**2. Propagation de la lumière**

- 2.1 Principes d'Huygens et de Fermat
- 2.2 Équations de Fresnel
- 2.3 Superposition d'ondes
- 2.4 Faisceaux gaussiens

**3. Polarisation**

- 3.1 Formulation des états de polarisation
- 3.2 Dichroïsme et biréfringence
- 3.3 Polariseurs
- 3.4 Propagation dans les milieux anisotropes

**4. Interférence et Diffraction**

- 4.1 Interférence de faisceaux multiples
- 4.2 Théorie de la diffraction
- 4.3 Diffraction de Fresnel et de Fraunhofer
- 4.4 Interféromètres

**CONTENTS**

**1. Electromagnetic Theory of Light**

- 1.1 Maxwell's equations in matter
- 1.2 Wave equations and solutions
- 1.3 Field energy and momentum
- 1.4 Photons

**2. Propagation of Light**

- 2.1 Principles of Huygens and Fermat
- 2.2 Fresnel equations
- 2.3 Superposition of waves
- 2.4 Gaussian beams

**3. Polarization**

- 3.1 Description of polarized light
- 3.2 Dichroism and birefringence
- 3.3 Polarizers and waveplates
- 3.4 Propagation in anisotropic media

**4. Interference and Diffraction**

- 4.1 Multiple-beam interference
- 4.2 Diffraction theory
- 4.3 Fresnel and Fraunhofer diffractions
- 4.4 Interferometers

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra, exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> <i>Optics</i> , Hecht, Addison-Wesley <i>Fundamentals of Photonics</i> , Saleh and Teich, J. Wiley & sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Optique II	

<b>Titre: OPTIQUE II</b>			<b>Title: OPTICS II</b>		
<b>Enseignant: Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

**OBJECTIVE**

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

**CONTENU**

- 1. Théorie électromagnétique de la lumière**
  - 1.1 Cohérence spatiale et temporelle
  - 1.2 Cohérence partielle et mutuelle
  - 1.3 Interférométrie à corrélation
- 2. Propagation de la lumière**
  - 2.1 Quantification du champs électromagnétique
  - 2.2 Statistique de photons
  - 2.3 Détection de photons
- 3. Polarisation**
  - 3.1 Transitions optiques
  - 3.2 Emission spontanée et stimulée
  - 3.3 Relations d'Einstein
- 4. Interférence et Diffraction**
  - 4.1 Amplification de la lumière
  - 4.2 Résonateurs optiques
  - 4.3 Caractéristiques des lasers

**CONTENTS**

- 1. Coherence Theory**
  - 1.1 Spatial and temporal coherence
  - 1.2 Partial and mutual coherence
  - 1.3 Correlation interferometry
- 2. Photon Optics**
  - 2.1 Electromagnetic field quantization
  - 2.2 Photon statistics
  - 2.3 Photon detection
- 3. Generation of Light**
  - 3.1 Optical transitions
  - 3.2 Spontaneous and stimulated emission
  - 3.3 Einstein's relations
- 4. Lasers**
  - 4.1 Amplification of light
  - 4.2 Optical resonators
  - 4.3 Laser characteristics

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra, exercices pendant le cours	<b>NOMBRE DE CRÉDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	- J. Hecht, Optics, - A. Yariv "Quantum Electronics" J. Wiley and sons - R. Louden, "The Quantum Theory of Light", Clarendon Press - J. W. Goodman, "Statistical Optics", J. Wiley and sons	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<b>Préalable requis:</b>	Optique I	<b>FORME DU CONTRÔLE :</b>	Examen oral
<b>Préparation pour:</b>	Optique III		

<b>Titre: PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I</b>		<b>Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I</b>			
<b>Enseignant: Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT: BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV. ....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Introduction aux processus physiques (mécanismes microscopiques) qui contrôlent les propriétés mécaniques et le comportement des matériaux. Montrer l'importance des défauts de structure dans la qualité d'un matériau.

**OBJECTIVE**

Introduction to the physical processes (microscopic mechanisms), which control the mechanical properties and behavior of materials. To show the importance of structural defects in the material quality.

**CONTENU**

**1. Mise en forme des matériaux**

Métaux, céramiques, polymères. Solidification. Diffusion. Frittage. Transformations de phase, avec / sans diffusion.

**2. Déformation plastique et dislocations**

Phénoménologie. Déformation de monocristaux, loi de Schmid. Equation de transport. Théorie élastique: champs de contraintes et de déformations. Tension de ligne. Force de Peach et Koehler. Interactions entre dislocations. Création et annihilation de dislocations. Recristallisation.

**3. Dynamique des dislocations**

Forces de friction dues aux phonons, au réseau (forces de Peierls), aux défauts ponctuels. Equation du mouvement. Durcissement structural. Activation thermique de la déformation plastique. Phénomènes de relaxation et spectroscopie mécanique. Matériaux à fort amortissement.

**4. Cœur des dislocations**

Dislocations partielles de Schockley et fautes d'empilement. Mécanismes de dissociation. Dislocations de Lomer et de Lomer-Cottrell.

**5. Mécanique de la rupture**

Rupture fragile et rupture ductile. Théorie de Griffith pour les matériaux fragiles. Ténacité, définitions de  $K_{Ic}$ ,  $G_{Ic}$ , intégrale J. Mécanismes intervenant dans la ténacité.

**CONTENTS**

**1. Material processing**

Metals, ceramics, polymers. Solidification, Diffusion. Sintering. Phase transformations, with / without diffusion.

**2. Plastic deformation and dislocations**

Phenomenology of plastic deformation. Deformation of single crystals, Schmid's law. Transport equation. Elastic theory: stress and strain fields. Line tension. Peach and Koehler force. Interactions between dislocations. Creation and annihilation of dislocations. Recrystallization.

**3. Dislocation dynamics**

Friction forces due to phonons, to the lattice (Peierls force), to point defects. Motion equation of a dislocation loop. Structural hardening. Thermal activation of plastic deformation. Relaxation phenomena and mechanical spectroscopy. High damping materials.

**4. Dislocation core**

Schockley's partial dislocations and stacking faults. Dissociation mechanisms. Dislocations of Lomer and Lomer-Cottrell type.

**5. Rupture mechanics**

Brittle and ductile rupture. Griffith's theory for brittle materials. Toughness. Definitions of  $K_{Ic}$ ,  $G_{Ic}$ , J-integral. Mechanisms controlling toughness.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	J. Bénard et al., "Métallurgie générale", Masson Cie (1984), Porter D.A. and Easterling K.E., "Phase transformations in metals and alloys", Chapman and Hall, (1997). Hull D., "Introduction to dislocations", Butterworth-Heinemann, (1998).	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	
<i>Préalable requis:</i>		<b>FORME DU CONTROLE:</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Physique des Matériaux II		

<b>Titre: PHYSIQUE DES MATÉRIAUX II</b>			<b>Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS II</b>		
<b>Enseignant: Nadine BALUC, Chargée de cours EPFL/SPH Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 42</b>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV. ....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 1</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels : aciers, quasicristaux, polymères, céramiques, ...  
Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

**CONTENU**

- Métaux et alliages intermétalliques :** métaux purs, alliages intermétalliques, aciers, superalliages.
- Matériaux à propriétés particulières :** alliages à mémoire de forme, transformation martensitique.
- Matériaux à structure particulière :** quasicristaux, verres métalliques, gels, cristaux liquides.
- Céramiques :** Propriétés physiques et mécaniques des céramiques cristallines et des verres, défauts ponctuels dans les oxydes, relaxation diélectrique et anélastique.
- Polymères :** structure des polymères, mobilité moléculaire, relaxation structurale, transition vitreuse, plasticité.
- Matériaux composites :** types de composites, propriétés physiques et mécaniques, approche d'Eshelby, relaxation des contraintes d'interface.

**OBJECTIVE**

Studies of the structure and mechanical properties of real solids : steels, quasicrystals, polymers, ceramics, ...  
Defects and more generally atomic and molecular disorders have a great influence on the behaviour of these materials.

**CONTENTS**

- Metals and intermetallic alloys:** pure metals, intermetallic alloys, steels, superalloys
- Materials with a peculiar structure:** quasicrystals, metallic glasses, gels, liquid crystals.
- Materials with peculiar properties:** shape memory alloys, martensitic transformation.
- Ceramics:** physical and mechanical properties of crystalline ceramics and glasses, point defects in oxides, dielectric and anelastic relaxations.
- Polymers :** structure of polymers, molecular mobility, structural relaxation, glass transition, plasticity.
- Composites materials :** types of composites, physical and mechanical properties, Eshelby approach, interface stress relaxation

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Oral avec exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983), New Horizons in Quasicrystals : Research and Applications, World Scientific (1997), W. Kingery, Introduction to ceramics, John Wiley & Sons (1976), M. Taya and R. J. Arsenault, Metal matrix composites, Pergamon Press (1989)	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<b>Préalable requis:</b> Physique des matériaux I	
<b>Préparation pour:</b>	

<b>Titre: PHYSIQUE DES PLASMAS I</b>			<b>Title: PLASMA PHYSICS I</b>		
<b>Enseignant: Stefano ALBERTI, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE .....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Ce cours est une introduction à la physique des plasmas destiné à donner une vue globale des propriétés essentielles spécifiques d'un plasma et à présenter les approches couramment utilisées pour modéliser son comportement : études du mouvement de particules chargées, modèle fluide et modèle cinétique. La relation entre la physique des plasmas et la réalisation d'un réacteur de fusion thermonucléaire est présentée et illustrée par des exemples

**CONTENU**

- I. L'état plasma de la matière**
  - Définition du plasma
  - Ecrantage de Debye
  - La fusion thermonucléaire
  - Confinement et chauffage des plasmas de fusion
  - Réalisations pratiques (Tokamak, ...)
- II. Description microscopique du plasma**
  - Mouvement des particules dans des champs magnétiques et électriques
  - Lien entre le confinement fluide et particulaire
  - Collisions et coefficients de transport
- III. Description fluide du plasma**
  - Les ondes dans un plasma non-magnétisé : l'onde transverse, l'onde de Langmuir et l'onde ionique acoustique
- IV. Modèle cinétique du plasma**
  - L'équation de Vlasov
  - L'onde de Langmuir en théorie cinétique

**OBJECTIVE**

This course is an introduction to plasma physics aimed at giving an overall view of the essential properties specific to a plasma and at describing the approaches commonly used to describe its behaviour: Study of single particle motion, fluid description and kinetic model. The relation between plasma physics and the realisation of a thermonuclear reactor is presented and illustrated with examples.

**CONTENTS**

- I. The plasma state**
  - Definition of a plasma
  - Debye screening
  - Thermonuclear fusion research
  - Confinement and heating of fusion plasma
  - Practical implementations (Tokamak, ...)
- II. Microscopic description of a magnetised plasma**
  - The motion of charged particles in magnetic and electric fields
  - Particle confinement and fluid confinement.
  - Collisions and transport coefficients
- III. Fluid model of a plasma**
  - Waves in a non-magnetised plasma: the transverse wave, the Langmuir wave and the ion acoustic wave
- IV. Kinetic model of a plasma**
  - The Vlasov equation
  - The Langmuir wave in the kinetic model

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées, références à la littérature	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Eté Cycle bachelor
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> Cours d'Electrodynamique	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Physique des plasmas II et III	

<b>Titre: PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORSPUSCULAIRE I</b>		<b>Titre: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH</b>					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices 2</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b>

**OBJECTIFS**

Présenter sous forme d'une introduction générale l'état des connaissances en physique des particules : de la cinématique relativiste à l'interprétation phénoménologique des phénomènes de collision à haute énergie.

**CONTENU**

**Introduction :** Matière et lumière, radioactivité, l'atome de Rutherford. Cinématique et dynamique relativistes.

**Interaction des rayonnements dans la matière :** particules chargées, photons, neutrons.

**Détection des particules :** scintillateurs, compteurs et chambre multifilaires à ionisation de gaz, détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs Cherenkov, détection des photons et des neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

**Accélérateurs de particules :** accélérateur linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, synchrotron, collisionneurs.

**Physique corpusculaire :** pion et muon, découvertes et propriétés.

Le positon, particules et antiparticules.

Le neutrino, hypothèse de Pauli et découverte.

Le pion neutre.

Kaon et lambda : les particules étranges.

Mésons, leptons et baryons.

Règle d'or de Fermi. Etats métastables et résonances.

Classification des particules et lois de conservation : spin, isospin, nombre baryonique, hypercharge.

La structure en quarks des hadrons, les gluons, la couleur.

Diagrammes de Feynman. Chromodynamique quantique, les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton  $\tau$ . Interaction faible et les bosons vectoriels intermédiaires.

**OBJECTIVE**

General introduction to the status of particle physics: from kinematics to phenomenological description of high energy collisions.

**CONTENTS**

**Introduction:** Matter and light, radioactivity, Rutherford model of atom. Relativistic kinematics and dynamics

**Interaction of radiation with matter:** Charged particles, photons, neutrons.

**Particle detectors:** scintillators, gas ionisation counters and multiwire chambers, semi-conductor detectors, Cherenkov counters, photon and neutron detection, electromagnetic and hadronic calorimeters.

**Particle accelerators:** Linear and cyclic accelerators, cyclotron, synchrocyclotron, synchrotron, colliders.

**Particle physics:** pion and muon, discoveries and properties.

Positron, particle and antiparticle.

Neutrino, Pauli hypothesis and observation.

The neutral pion.

Kaon and lambda: strange particles.

Mesons, leptons and baryons.

Fermi golden rule. Metastable states and resonances.

Particle classification and conservation laws: spin, isospin, baryon number, hypercharge.

Quark structure of hadrons, gluons, the colour field

Feynman diagrams. Quantum chromodynamics, heavy flavours: charm, beauty and top.

$\tau$  lepton. Weak interaction and intermediate vector bosons.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS</b>	4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	<b>SESSION D'EXAMEN</b>	Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		Cycle bachelor	s
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale. Physique quantique I	<b>FORME DU CONTROLE :</b>	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

<b>Titre: PHYSIQUE STATISTIQUE I</b>		<b>Titre: STATISTICAL PHYSICS I</b>			
<b>Enseignant: Philippe-A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV. ....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la mécanique statistique classique et quantique.

Illustrer la théorie à l'aide d'applications et de modèles.

**OBJECTIVE**

To develop the general methods of equilibrium classical and quantum statistical mechanics.

To illustrate these techniques with the study of several models and examples.

**CONTENU**

**1. Rappel de thermostatique**

**2. Physique statistique classique :**

Ensemble microcanonique, canonique et grand canonique; connexion avec la thermostatique; fluctuations et fonctions de corrélation; fluides réels et développement du viriel; modèles sur réseaux.

**3. Physique statistique quantique :**

Matrices de densité; ensembles canonique, grand canonique; gaz parfait de fermions; gaz parfait de bosons.

**CONTENTS**

**1. Elements of thermostatics**

**2. Classical statistical physics :**

Microcanonical, canonical and grand canonical ensemble; connection with thermodynamics; fluctuations and correlation functions; real fluids and virial expansion; lattice models.

**3. Quantum statistical physics :**

Density matrices; canonical and grand canonical ensemble; ideal Fermi gas; ideal Bose gas.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra. Exercices en salle	<b>NOMBRE DE CREDITS</b> 4
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Livres de référence	<b>SESSION D'EXAMEN</b> Printemps
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>	Cycle bachelor
<i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique, Mécanique quantique I	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral
<i>Préparation pour:</i> Physique statistique II, cours à option de 4 <sup>ème</sup> année	

<b>Titre :</b> STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE					
<b>Enseignant:</b> Gervais CHAPUIS, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE .....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN MATHÉMATIQUES OU EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de symétrie pour les solides cristallins parfaits ainsi que les propriétés qui en découlent. Présentation du phénomène la diffraction des rayons X et des électrons.

**CONTENU**

**Ordre dans la matière**

Désordre positionnel et orientationnel du gaz, ordre à courte distance du liquide. Ordre dans le solide: cristal périodique et aperiodique (incommensurable, quasicristal et composites). Ordre partiel: cristal liquide, défauts cristallins.

**Cristallographie géométrique**

Introduction mathématique des réseaux cristallins. Système de coordonnées, métrique, indices de Miller. Définition du réseau réciproque.

**Symétrie**

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels. Classes de Bravais et systèmes cristallins. Introduction au superespace.

**Diffraction des rayons X et des électrons**

Phénomène de la diffraction. Equations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure. Problème des phases.

**Propriétés physiques**

Propriétés tensorielles découlant de la symétrie des cristaux. Propriétés anisotropiques.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> Ex cathedra et exercices en classe.	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b> 3
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> « Cristallographie », D. Schwarzenbach, PPUR, 1993	<b>SESSION D'EXAMEN :</b> Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, Physique des matériaux, Microscopie électronique, Dispositifs électroniques à semi-conducteurs.	<b>FORME DU CONTROLE :</b> Examen oral 2 <sup>ème</sup> année

<b>Titre :</b> <b>EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/SPH/ Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN CHIMIE OU EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

**OBJECTIFS**

Initier l'étudiant à la solution de problèmes de physique avec des méthodes numériques.

L'étudiant apprendra à :

- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique
- Tester le code sur des problèmes particuliers dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au problème donné
- Contrôler les erreurs liées à la représentation des nombres dans la mémoire d'un ordinateur
- Contrôler les erreurs liées aux approximations des algorithmes numériques
- Obtenir les résultats avec une erreur inférieure à un écart donné.

**CONTENU**

Introduction aux stations de travail.

Introduction au langage FORTRAN 90.

Introduction au logiciel graphique « gnuplot ».

Opérations mathématiques de base (recherche de racines, longueur d'une courbe, recherche d'extrema, intégration numérique).

Solutions par itération. Techniques d'extrapolation. Contrôle de la précision des résultats.

Représentation graphique des résultats.

Tavaux pratiques de physique numérique en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de Physique I, II, et III et dont la solution fait appel aux algorithmes de base de l'analyse numérique.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques)	<b>NOMBRE DE CREDITS :</b>	2
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Notes polycopiées.	<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>FORME DU CONTROLE :</b>	
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II et III; Informatique I et II ; Analyse numérique.		Tests écrits en cours de semestre
<i>Préparation pour:</i>			

<b>Titre :</b> INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE					
<b>Enseignant:</b> Gérard GREMAUD, Robert SCHALLER, Chargés de cours EPFL/SPH					
<b>Section (s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Option</b>	<b>Facult.</b>	<b>Heures totales: 56</b>
PHYSIQUE .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Par semaine:</b>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Cours</b> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Exercices</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratique</b> 3

### OBJECTIFS

Familiariser les étudiants physiciens avec les différentes *techniques de mesures* devenues classiques dans un laboratoire de physique expérimentale : vide, cryogénie, régulation de température, analyse de signaux électriques, etc. ....

### CONTENU

- I Systèmes d'unités et ordres de grandeurs**
- II Calculs d'erreurs**
- III Appareils de mesure**
  - Sources de tension et de courant
  - Mesures de courants et tensions
  - Générateurs de fonctions, fréquencemètres et périodemètres
  - Oscilloscopes analogiques et digitaux
- IV Systèmes optiques**
  - Réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple
  - Systèmes optiques simples
- V Circuits électriques et électroniques**
  - Equations des circuits électriques
  - Réponses des dipôles et quadripôles
  - Circuits électroniques analogiques et digitaux
- VI Technique du vide et cryogénie**
  - Divers types de pompes à vide
  - Jauges à vide
  - Réalisation d'une enceinte à vide
  - Cryogénie
- VII Transducteurs et capteurs**
  - Terminologie et classification
  - Effets physiques de transduction
  - Montages électriques des capteurs
  - Mesure à distance par ondes
- VIII Thermique et régulation**
  - Sondes de température
  - Régulation de température PID
  - Four régulé

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b> 1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 5 à 6 étudiants autour d'un montage expérimental	<b>FORME DU CONTROLE:</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b> Notes polycopiées	Contrôle continu et examen en fin de semestre
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b> <i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques de physique	

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE I</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Davor PAVUNA, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE & GÉNIE CHIMIQUE ....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV. ....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**MÉCANIQUE :**

- 1) Mécanique des particules: cinématique, loi de Newton et dynamique, énergie.
- 2) Mécanique des ensembles de particules: loi de conservation.
- 3) Mécanique des corps solides.
- 4) Questions de référentiel et éléments de relativité.

**PHYSIQUE DES FLUIDES :**

- 1) Hydrostatique.
- 2) Dynamique sans viscosité: théorèmes d'Euler et de Bernouilli.
- 3) Viscosité.

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (début) :**

- 1) Méthodes statistiques.
- 2) Théorie cinétique du gaz parfait.

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	Examen écrit au propédeutique I	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Été ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Utilisation progressive d'Analyse I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale II		

<b>Titre :</b> <b>PHYSIQUE GÉNÉRALE II</b>					
<b>Enseignant:</b> <b>Davor PAVUNA, Chargé de cours EPFL/SPH</b>					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE & GÉNIE CHIMIQUE ....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MASTER ÈS SCIENCES EN PHYSIQUE POUR ENSEIGNEMENT : BACHELOR EN BIOLOGIE OU EN GÉOSCIENCES ET ENV.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

**CONTENU**

**THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (suite)**

- 1) Équation de van der Waals et transitions de phase.
- 2) 1er et 2e principes: énergie interne et entropie.
- 3) Transfert de chaleur: conduction, convection, rayonnement.

**ÉLECTROMAGNÉTISME**

- 1) Électrostatique: champ électrique, potentiel, théorème de Gauss, capacité.
- 2) Courant stationnaire: résistivité, loi d'Ohm.
- 3) Magnétostatique: champ B, lois générales.
- 4) Induction, circuits électriques
- 5) Equation de Maxwell
- 6) Eléments de théorie des ondes
- 7) Optique : interférence, diffraction, polarisation
- 8) Optique géométrique

<b>FORME DE L'ENSEIGNEMENT:</b>	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	<b>FORME DU CONTROLE:</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE:</b>	Polycopié	Examen écrit au propédeutique I	
<b>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</b>		<b>SESSION D'EXAMEN :</b>	Eté ou automne
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I, Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II		
<i>Préparation pour:</i>			

Plan d'études pour Master en mathématiques

Matières Tous les enseignements sont à option (min. 50 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description
	C	E	P	C	E	P				
Algèbre				4	4		Hess Bellwald	écrit	10	à consulter
Algèbre linéaire I, II *	3	2		3	2		Thévenaz J.	écrit + oral	6 + 6	dans le
Analyse III *	4	3					Gonzalez	écrit	9	livret des
Analyse IV *				4	3		Derighetti	écrit	9	cours de la
Analyse numérique *				2	2		Quarteroni	écrit	5	SMA
Chapitres choisis de math. I *	?	?					Ojanguren	oral	4	
Chapitres choisis de math. II *				?	?		Iancu	oral	4	
Géométrie I, II	3	2		3	2		Buser	écrit + oral	6 + 6	
Mathématiques discrètes	2	1					Hêche	écrit	4	
Probabilités *	2	2					Dalang	écrit	5	
Recherche opérationnelle				2	1		Hêche	écrit	4	
Statistique *				2	2		Morgenthaler	écrit	5	
Topologie	4	4					Buffoni	écrit	10	
Cours de maths à option de 3ème année Bachelor	2	2		2	2			selon livret cours	5	

\* cours non autorisés aux titulaires d'un Bachelor en physique (ou formation équivalente)

Plan d'études de chimie pour les titulaires d'un Bachelor en physique ou en géosciences et environnement (ou formation équivalente)

Matières Enseignements obligatoires (24 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description
	C	E	P	C	E	P				
Analyse structurale	2						P. Vogel/Patiny	écrit	4	à consulter
Chimie biologique I				3	1		Johnsson	écrit	7	dans le
Chimie des éléments s et p	2						Severin	écrit	4	livret des
Chimie générale II, TP (pour biologie)						4	Bünzli/Mamula	écrit	4	cours de la
Chimie organique (pour sciences du vivant)	2	1					Patiny	écrit	5	SCGC
<b>Enseignements optionnels (min. 26 crédits ECTS)</b>										
Chimie de coordination	2						Bünzli	écrit	4	
Chimie physique expérimentale (dès 05/06)			4				Drabels	pratique	4	
Chimie préparative I						6	Gerber	pratique	6	
Chimie quantique et spectroscopie I	3	1					Rizzo	oral	7	
Chimie quantique et spectroscopie II *				3	1		Rizzo	oral	7	
Dynamique moléculaire et simulations Monte-Carlo				1	1		Helm	oral	3	
Electrochimie des solutions				2	1		Girault	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques I	2	1					P. Vogel	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques II				2			Pitsch	écrit	4	
Infochimie				2		2	U. Röthlisberger/Tavernelli	oral	6	
Introduction à la biotechnologie	2						Marison	écrit	4	
* le cours I est le préalable pour suivre le cours II.										

Plan d'études pour Master en chimie pour les titulaires d'un Bachelor en mathématiques (ou formation équivalente)

Matières Enseignements obligatoires (29 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description
	C	E	P	C	E	P				
Analyse structurale	2						P. Vogel/Patiny	écrit	4	à consulter
Chimie biologique I				3	1		Johnsson	écrit	7	dans le
Chimie des éléments s et p	2						Severin	écrit	4	livret des
Chimie générale (pour sciences du vivant)	2	1					Friedli	écrit	5	cours de la
Chimie générale II, TP (pour biologie)						4	Bünzli/Mamula	écrit	4	SCGC
Chimie organique (pour sciences du vivant)	2	1					Patiny	écrit	5	
<b>Enseignements optionnels (min. 21 crédits ECTS)</b>										
Chimie de coordination	2						Bünzli	écrit	4	
Chimie physique expérimentale (dès 05/06)			4				Drabels	pratique	4	
Chimie préparative I						6	Gerber	pratique	6	
Chimie quantique et spectroscopie I	3	1					Rizzo	oral	7	
Chimie quantique et spectroscopie II *				3	1		Rizzo	oral	7	
Dynamique moléculaire et simulations Monte-Carlo				1	1		Helm	oral	3	
Electrochimie des solutions				2	1		Girault	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques I	2	1					P. Vogel	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques II				2			Pitsch	écrit	4	
Infochimie				2		2	U. Röthlisberger/Tavernelli	oral	6	
Introduction à la biotechnologie	2						Marison	écrit	4	

\* le cours I est le préalable pour suivre le cours II.

Plan d'études de chimie pour les titulaires d'un Bachelor en biologie (ou formation équivalente)

Matières Enseignements obligatoires (27 crédits ECTS)	Hiver			Eté			Enseignants	Type d'épreuve	Crédits ECTS	Description
	C	E	P	C	E	P				
Analyse structurale	2						Vogel P./Patiny	écrit	4	à consulter dans le livret des cours de la SGC
Chimie analytique			3				Girault/Oez	pratique	4	
Chimie des éléments s et p	2						Severin	oral	4	
Cinétique	2	1					Girault	oral	5	
Thermodynamique chimique I, II	2	1		2	1		Graetzel	oral	10	
<b>Enseignements optionnels (min. 23 crédits ECTS)</b>										
Chimie biologique II	2						Johnsson	oral	4	
Chimie de coordination	2						Bünzli	écrit	4	
Chimie physique expérimentale (dès 05/06)			4				Drabels	pratique	4	
Chimie préparative I						6	Gerber	pratique	6	
Chimie quantique et spectroscopie I	3	1					Rizzo	oral	7	
Chimie quantique et spectroscopie II *				3	1		Rizzo	oral	7	
Electrochimie des solutions				2	1		Girault	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques I	2	1					P. Vogel	écrit	5	
Fonctions et réactions organiques II	2						Pitsch	oral	4	
Infochimie				2		2	Röthlisberger U./Tavernelli	oral	6	
Introduction à la biotechnologie	2						Marison	écrit	4	
Méthodes de séparation analytiques	2	1					Girault	oral	5	

\* le cours I est le préalable pour suivre le cours II.