



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Physique

Livret des cours

Physics

Undergraduate catalogue

Année académique / Academic Year
1997 - 1998

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Informations générales | |
| General informations | |
| Calendrier académique | |
| Ordonnance sur le contrôle des études | |
| Plan d'études de la section de physique 1997/98 | 27 |
| Règlement d'application du contrôle des études de la section de physique de l'EPFL | 30 |
| Liste des cours de la section de physique | 33 |
| Liste alphabétique des enseignants | 37 |
| Descriptions des enseignements de la section de physique | 39 |
| Descriptions des enseignements de service et cours spéciaux | 137 |

INFORMATIONS GENERALES

Organisation des études

Les formations d'ingénieurs et d'architectes comportent deux cycles d'études. Chaque année d'études est divisée en deux périodes de 14 semaines, les examens ayant lieu en dehors de ces périodes.

Les douze voies de formation débutent par un **premier cycle** de deux ans dont l'essentiel consiste en une formation en sciences de base (mathématiques, physique, chimie, informatique et sciences du vivant), complétée d'une initiation à la profession d'ingénieur ou d'architecte. Le contrôle des études est basé sur le principe des moyennes.

Au second cycle durant deux ans (5 semestres pour la section Systèmes de communication), la formation dans l'orientation choisie est prépondérante, tout en consolidant les connaissances en sciences de base. Pour favoriser les échanges d'étudiants, le contrôle des études est régi par un système de crédits. Le nombre de crédits attribués à chaque branche permet d'en acquérir 60 chaque année, 120 étant nécessaire pour l'ensemble du 2ème cycle. Ce système des crédits est en parfait accord avec le cadre général proposé par les instances européennes, à savoir le **système ECTS (European Credit Transfert System)**. Pour certaines formations, un stage obligatoire peut être exigé.

Pour obtenir le diplôme d'ingénieur ou d'architecte, il est nécessaire d'effectuer un **travail pratique** de 4 mois à la fin des études.

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

Michel Jaccard
directeur des affaires académiques

Professeur D. de Werra
vice-président et directeur de la formation

INFORMATIONS GENERALES

A. Etudes de diplômes

❶ 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 :

- Génie civil
- Génie rural, environnement et mensuration
- Génie mécanique
- Microtechnique
- Electricité
- Systèmes de communication
- Physique
- Chimie
- Mathématiques
- Informatique
- Matériaux
- Architecture

La durée minimale des études est de 4 1/2 années incluant un travail pratique de 4 mois, à l'exclusion des formations en Systèmes de communication et d'Architecture.

La durée minimale des études en Architecture est de 5 1/2 années incluant un stage obligatoire d'une année et un travail pratique de 4 mois.

La durée minimale des études en Systèmes de communication est de 5 années incluant un stage obligatoire et un travail pratique pour un total de 6 mois.

❷ Inscription

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

Les demandes doivent être adressés au Service académique, av. Piccard, EPFL - Ecublens, CH-1015 Lausanne.

❸ Périodes des cours

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

❹ 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

❶ 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-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

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 ETRANGERS 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.

❷ Finances, taxes de cours et dispenses

Les montants mentionnés ci-dessous (valeur 97/98) 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 592.-. 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 précédent 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.

❸ Assurance maladie et accident

L'assurance maladie-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 Fama.

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 avant-dernière page du guide).

❹ 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 avant-dernière page du guide.

❺ Service social

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

Les heures de réception figurent en avant-dernière page du guide.

INFORMATIONS GENERALES

❶ 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. 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.

❷ Langues d'enseignement

Une bonne connaissance du français est indispensable pour les études de diplôme et postgrades. Pour ces dernières, la connaissance de l'anglais peut être exigée.

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

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).

❸ 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 dernière page du guide.

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 étudiant ou au Foyer catholique universitaire dont les adresses figurent en dernière page du guide.

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.

C. Vie pratique

❶ Coût des études

Budget

Le budget annuel indicatif est le suivant :

| | | |
|----------------------------------|----|----------|
| • frais de scolarité et matériel | FS | 2'300.- |
| • Logement | FS | 4'900.- |
| • Nourriture | FS | 5'900.- |
| • Habits et effets personnels | FS | 1'900.- |
| • Assurances, transports, divers | FS | 3'000.- |
| Total | FS | 18'000.- |

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 polycopiés 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

INFORMATIONS GENERALES

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

⑤ 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 6.- par repas (valeur mai 1997).

⑥ 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'exams). 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.

⑦ 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).

⑧ 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).

⑨ 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.

⑩ Commerces

Pour faciliter la vie étudiante, 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.

⑪ 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

The degree courses for Engineers and Architects are made up of two cycles. Each year of study is divided into two periods of 14 weeks; the exam dates are not in these periods.

The twelve courses of study start with a first cycle of two years of which the main part is the study of basic science subjects (mathematics, physics, chemistry, computer science and life sciences), to which is added an introduction to the profession of engineer or architect. The pass mark is based on a system of averages.

In the second cycle which lasts two years (5 semesters for the Communications systems section), the main study is in the chosen subject, but there is a continuation of the study of the basic subjects. To encourage student exchange, a credit system is in operation for this cycle. The number of credits possible for each subject allows a student to obtain 60 each year, 120 being necessary for the entire cycle. This credit system fits into the general framework agreed by the European authorities, i.e. the ECTS system (European Credit Transfer System). For some courses there is an obligatory practical period.

To obtain the Engineer's or Architect's diploma, it is also necessary to do a practical project of 4 months at the end of the study period.

The kind of exams can vary : oral or written exams, laboratory tests, practical projects or exercises.

Michel Jaccard
directeur des affaires académiques

Professeur D. de Werra
vice-président et directeur de la formation

GENERAL INFORMATION

A. Study information

① Departments

Diploma courses are held in the following departments:

- Civil engineering
- Rural engineering
- Mechanical engineering
- Microtechnical engineering
- Electrical engineering
- Communication systems
- Physics
- Chemistry
- Mathematics
- Computer sciences
- Materials sciences
- Architecture

The minimal study period is 4 ½ years including a 4-month practical project, with the exception of Architecture and Communications systems.

The minimal study period for a diploma in Architecture is 5 ½ years, including an obligatory year of practical experience and a practical project of 4 months.

The minimal study period for a diploma in Communications systems is 5 years, including practical experience and a practical project of 6 months.

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. Informations et démarches

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
- passport photos
recent and identical
- 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
- Guarantor 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
 - resident 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
 - resident 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 (as at 97/98) 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 Postal 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 592.- 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 FAMA.

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. 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).

⑧ 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 des affaires socioculturelles » at Lausanne University and is to be found in the Admissions and Administration building (Rectorat et Administration).

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 SF 400.- and SF 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.

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.-.

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 | 2,300.- |
| • Lodgings | SF | 4,900.- |
| • Food | SF | 5,900.- |
| • Clothing and personal items | SF | 1,900.- |
| • Insurance, transport, other.. | SF | 3,000.- |
| Total | SF | 18,000.- |

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.

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.- (price as at May 1997).

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.

| | | |
|---------------------|----|-----------|
| • 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 chose.

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 1997 - 1998

DUREE DES SEMESTRES

HIVER : du 20 octobre 1997 au 6 février 1998 = 14 semaines
Interruption du 20 décembre 1997 au 4 janvier 1998

ETE : du 9 mars 1998 au 19 juin 1998 = 14 semaines
Interruption du 10 au 19 avril 1998 (Pâques)

PERIODES DES EXAMENS
EN 1998

Session de printemps : du 16 au 28 février 1998
Session d'été : du 29 juin au 18 juillet 1998
Session d'automne : du 15 septembre au 3 octobre 1998

IMPORTANT

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

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.

ABBREVIATIONS

SAC : Service académique
SOC : Service d'Orientation et Conseil

AOUT 1997

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vendredi 1er | Fête Nationale : jour férié |
| vendredi 15 | dernier délai d'inscription à l'examen d'admission pour la session d'automne pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des noms des experts aux branches de diplôme pour la session d'automne 97 (Mme Müller - SAC) |
| vendredi 29 | dernier délai d'inscription aux examens propédeutiques I,II pour la session d'automne dernier délai de retrait aux examens propédeutiques I,II et à l'examen d'admission pour la session d'automne |

SEPTEMBRE 1997

| | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 1er | dernier délai pour la demande des dispenses de finances de cours pour l'année académique 1997-1998 (Mme Vinckenbosch - SOC) |
| | dernier délai pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à l'étranger) |
| | affichage de l'horaire des examens propédeutiques de la session d'automne |
| jeudi 11 | jusqu'au 01.10.1997 : examen d'admission |
| lundi 15 | jusqu'au 04.10.1997 : examen propédeutique I,II |
| | jusqu'au 04.10.1997 : examen de diplôme |
| lundi 22 | Jeûne Fédéral (jour férié) |

ОCTOBRE 1997

- | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| jeudi 2 | Commission d'admission (ratification des résultats de l'examen d'admission) de 08h15 à 10h00 dans la salle CM/202 |
| vendredi 3 | envoi des bulletins de l'examen d'admission |
| lundi 6 | jusqu'au 10.10.1997 : semaine d'immatriculation des nouveaux étudiants |
| jeudi 9 | jusqu'au 11.10.1997 : journées scientifiques et pédagogiques |
| lundi 13 | jusqu'au 15.10.1997 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de diplôme au niveau des départements |
| | jusqu'au 25.10.1997 : session de ratrappage des examens de promotion pour les étudiants de 3ème année de Systèmes de communication |
| jeudi 16 | pour les Présidents des commissions d'enseignement : CONFERENCE DES NOTES des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de diplôme au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 13h00 dans la salle CM/202 |
| | envoi des bulletins des examens propédeutiques et de diplôme |
| vendredi 17 | journée d'accueil de 09h00 à 18h00 matin : information, animation après-midi : accueil par les départements |
| | pour les enseignants : dernier délai de remise des copies des sujets du travail pratique de diplôme au Service académique (Mlle Loup - SAC) |
| lundi 20 | 08h15 : début des cours du semestre d'hiver sujet du travail pratique de diplôme remis directement au diplômant, par le professeur de spécialité, sur présentation du bulletin de réussite aux épreuves théoriques de diplôme |
| | dernier délai pour le dépôt des demandes de prolongation des bourses de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC) |
| vendredi 31 | dernier délai de paiement des finances de cours du semestre d'hiver dernier délai pour le dépôt des nouvelles candidatures pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC) |

NOVEMBRE 1997

- | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 3 | jusqu'au 05.11.1997 : "Forum 97" rencontre entre les étudiants et les entreprises. Stands d'exposition et présentations d'entreprises, conférences, entretiens de recrutement |
| vendredi 14 | pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des noms des experts aux examens propédeutiques et à l'examen de 3ème/4ème années (sauf aux branches de diplôme) pour les sessions de printemps, d'été et d'automne 98 (Mme Müller - SAC) |

NOVEMBRE 1997 (suite)

vendredi 21 dernier délai d'inscription à l'examen de 3ème/4ème années pour la session de printemps

DECEMBRE 1997

| | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 15 | dès 17h00 : arrêt des cours pour le Noël universitaire ayant lieu à 17h15 |
| | ECHANGE USA - CANADA : dernier délai pour le dépôt des candidatures (Mme Reuille - SOC) |
| mardi 16 | pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des demandes de propositions de modifications de plans d'études et règlements d'application 1998-1999 (M. Festeau - SAC) |
| | CONFERENCE DES NOTES des examens des épreuves théoriques de diplôme de la section de Systèmes de communication |
| mercredi 17 | envoi des bulletins des examens de diplôme de la section de Systèmes de communication |
| vendredi 19 | dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 5 janvier 1998 à 08h00 |
| | dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 5 janvier 1998 à 08h00 pour les diplômants effectuant leur travail pratique |

JANVIER 1998

| | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 5 | 08h15 : reprise des cours |
| lundi 12 | pour les enseignants : dernier délai de remise des noms et adresses des experts pour la défense des travaux pratiques de diplôme (Mme Müller - SAC) |
| lundi 26 | jusqu'au 06.02.1998 : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture |
| vendredi 30 | dernier délai de retrait aux branches de l'examen de 3ème/4ème années pour la session de printemps (Mme Müller - SAC) |

FEVRIER 1998

vendredi 6 pour les Chefs de département : dernier délai de dépôt des documents servant à la préparation des plans d'études et règlements d'application 1998-1999 (M. Festeau - SAC)

FEVRIER 1998 (suite)

| | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vendredi 6 | dernier délai d'inscription aux examens propédeutiques (session extraordinaire de printemps) |
| | pour les étudiants : dernier délai de la feuille d'inscription au semestre d'été 1998 (Mme Bovat – SAC) |
| | 18h00 : fin des cours du semestre d'hiver pour toutes les sections sauf Systèmes de communication (4ème année) |
| | jusqu'au 09.03.1998 : vacances de printemps |
| samedi 7 | pour les étudiants de la section de Systèmes de communication : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants |
| lundi 9 | jusqu'au 17.02.1998 : examen de 3ème/4ème années pour les étudiants de 4ème année de la section de Systèmes de communication |
| vendredi 13 | pour les conseillers d'études : dernier délai pour la remise des propositions de cours d'études (seulement pour les voyages d'une semaine) (M. Matthey – Service financier) |
| samedi 14 | pour les étudiants : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants |
| lundi 16 | jusqu'au 26.02.1998 : jury des travaux de diplôme d'architecture et prix SVIA |
| | jusqu'au 28.02.1998 : examen de 3ème/4ème années pour la session de printemps |
| vendredi 20 | jusqu'à 12h00 : rendu des travaux pratiques de diplôme dans les secrétariats de département |
| | dernier délai d'inscription aux divers prix (Mlle Loup - SAC) |
| samedi 21 | pour les enseignants : dernier délai pour la remise des notes de travaux pratiques du semestre d'hiver 1997-1998 (Mme Müller - SAC) et affichage au Service académique pour la rentrée du 9.3.1998 |
| lundi 23 | envoi des bulletins semestriels du CMS |
| vendredi 27 | Accueil à EURECOM des étudiants de 4ème année de la section de Systèmes de communication |
| | Contrôle et analyse des résultats des travaux pratiques de diplôme pour la section d'architecture au niveau du département |

MARS 1998

lundi 2 jusqu'au 07.03.1998 : voyages d'études de la 3ème année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux
jusqu'au 07.03.1998 : voyages d'études de la 4ème année de Génie civil, Génie rural, Chimie et architecture

MARS 1998 (suite)

| | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 2 | au cas où les dates ci-dessus ne conviendraient pas, le choix est laissé aux enseignants, avec l'accord des étudiants, de fixer le voyage d'études une autre semaine durant les vacances de printemps ou dans la semaine suivant Pâques (13 au 18 avril 1998) |
| | début des cours à EURECOM pour les étudiants de 4ème année de la section Systèmes de communication |
| lundi 9 | 08h15 : début des cours du semestre d'été jusqu' au 16.03.1998 : défense des travaux pratiques de diplôme jusqu' au 18.03.1998 : examen propédeutique I,II (session extraordinaire de printemps) jusqu' au 24.04.1998 : exposition des travaux de diplôme d'architecture |
| mardi 10 | pour les Présidents des commissions d'enseignement : CONFERENCE DES NOTES des travaux pratiques de diplôme de la section d'architecture (heure et salle à fixer) envoi des bulletins de diplôme de la section d'architecture |
| lundi 16 | dernier délai d'inscription aux programmes de mobilité avec les universités de Grande-Bretagne |
| mardi 17 | affichage des travaux par les candidats aux prix Grenier et Stucky à la salle Polyvalente de 14h00 à 19h00 |
| mercredi 18 | jury des prix Grenier et Stucky |
| jeudi 19 | jusqu' au 23.03.1998 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS des travaux pratiques de diplôme au niveau des départements dernier délai de paiement des finances de cours du semestre d'été |
| vendredi 20 | pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise de la liste "Mise à jour des doctorants" (Mme Bucurescu – SAC) |
| lundi 23 | jusqu' au 25.03.1998 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire au niveau des départements |
| mardi 24 | pour les Présidents des commissions d'enseignement : CONFERENCE DES NOTES des travaux pratiques de diplôme, à 08h00 dans la salle CM/202 envoi des bulletins de diplôme affichage de la liste des diplômés au Service académique dès 17h00 |
| jeudi 26 | pour les Présidents des commissions d'enseignement : CONFERENCE DES NOTES des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire au niveau de l'Ecole, à 08h00 dans la salle CM/202 envoi des bulletins des examens propédeutiques |
| samedi 28 | cérémonie de collation des diplômes d'ingénieurs et architectes |

AVRIL 1998

| | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 6 | dernier délai pour le dépôt des candidatures au semestre d'été pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC) |
| jeudi 9 | dernier délai d'inscription aux branches de l'examen de 3ème/4ème années pour la session d'été |
| vendredi 10 | jusqu'au 13.04.1998 : Pâques (jours fériés) |
| mardi 14 | jusqu'au 17.04.1998 : suspension des cours |
| lundi 20 | 08h15 : reprise des cours |
| mercredi 29 | EUROPE - SUISSE : dernier délai d'inscription aux programmes de mobilité (Mme Reuille - SOC) |

MAI 1998

| | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mercredi 13 | Journée magistrale |
| jeudi 21 | Ascension (jour férié) |
| vendredi 22 | course d'études des classes de 1ère, 2ème et 3ème années d'architecture pour les étudiants : dernier délai de remise de la feuille d'inscription provisoire au semestre d'hiver 1998-1999 (Mme Bovat – SAC) dernier délai d'inscription aux branches de diplôme de l'examen de 3ème/4ème années pour la session d'automne |
| mercredi 27 | course d'études des classes du CMS, de 1ère et 2ème années de toutes les sections sauf architecture course d'études des classes de 3ème année de Génie civil, Génie rural, Chimie course d'études des classes de 4ème année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux |
| vendredi 29 | dernier délai d'inscription à l'examen d'admission pour la session d'été dernier délai de remise des candidatures pour les bourses ABB (Mme Vinckenbosch - SOC) |

JUIN 1998

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| lundi 1er | Pentecôte (jour férié) |
| mardi 2 | affichage de l'horaire des examens |
| jeudi 4 (sous réserve) | VIVAPOLY 98 : fête de l'Ecole |

JUIN 1998 (suite)

| | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lundi 8 | jusqu'au 19.06.1998 : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture |
| vendredi 12 | dernier délai d'inscription (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été |
| | dernier délai de retrait (sauf pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches de l'examen de 3ème/4ème années (Mme Müller - SAC) pour la session d'été |
| vendredi 19 | dernier délai d'inscription (seulement pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II pour la session d'été |
| | dernier délai de retrait (seul. pour les architectes) aux examens propédeutiques I,II (M. Gerber - SAC) et aux branches de l'examen de 3ème/4ème années (Mme Müller - SAC) pour la session d'été |
| | pour les étudiants : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (1er cycle) |
| | 18h00 : fin des cours du semestre d'été |
| mardi 23 | pour les enseignants : dernier délai pour la remise des notes des branches pratiques de 1ère et 2ème années de la section de chimie (M. Gerber - SAC) |
| vendredi 26 | pour les étudiants : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (2ème cycle) |
| lundi 29 | jusqu'au 11.07.1998 : examen de 3ème/4ème années (sauf architecture) |
| | jusqu'au 18.07.1998 : examens propédeutiques (sauf architecture) |

JUILLET 1998

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vendredi 3 | pour les enseignants : dernier délai pour la remise des notes de branches pratiques au Service académique (M. Gerber - SAC) |
| | cérémonie de collation des diplômes de la section de systèmes de communication à Sophia Antipolis |
| lundi 6 | jusqu'au 18.07.1998 : examen de 3ème/4ème années d'architecture |
| | jusqu'au 18.07.1998 : examens propédeutiques d'architecture |
| jeudi 9 | Commission d'admission (ratification des résultats du CMS) de 10h00 à 12h00 dans la salle BS/280 |
| | envoi des bulletins semestriels du CMS |
| mercredi 15 | dernier délai d'inscription à l'EPFL pour les étudiants étrangers |
| lundi 20 dès 14h00 | jusqu'au 22.07.1998 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS des examens propédeutiques I,II et de l'examen de 3ème/4ème années au niveau des départements |

JUILLET 1998 (suite)

- jeudi 23 pour les Présidents des commissions d'enseignement : CONFERENCE DES NOTES des examens propédeutiques I,II et de l'examen de 3ème/4ème années au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 12h00 dans la salle CM/202
envoi des bulletins propédeutiques I,II et de l'examen de 3ème/4ème années
- vendredi 24 Commission d'admission (admission des porteurs de certificats étrangers de fin d'études secondaires)
- vendredi 31 dernier délai d'inscription à l'EPFL pour les étudiants suisses

AOUT 1998

- samedi 1er Fête Nationale : jour férié
- vendredi 14 dernier délai d'inscription à l'examen d'admission pour la session d'automne
pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des noms des experts aux branches de diplôme pour la session d'automne 98 (Mme Müller - SAC)
- vendredi 28 dernier délai d'inscription aux examens propédeutiques I,II pour la session d'automne
dernier délai de retrait aux examens propédeutiques I,II et à l'examen d'admission pour la session d'automne

SEPTEMBRE 1998

- mardi 1er dernier délai pour la demande des dispenses de finances de cours pour l'année académique 1998 (Mme Vinckenbosch - SOC)
dernier délai pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à l'étranger)
affichage de l'horaire des examens
- jeudi 10 jusqu'au 30.09.1998 : examen d'admission
- lundi 14 jusqu'au 03.10.1998 : examen propédeutique I,II
jusqu'au 03.10.1998 : examen de 3ème/4ème années (branches de diplôme) pour la session d'automne
- lundi 21 Jeûne Fédéral (jour férié)

**Ordonnance générale
sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale
de Lausanne
(Ordonnance sur le contrôle des études à l'EPFL)**

du 16 juin 1997

La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne,

vu l'article 28, 4ème alinéa, lettre a, de la loi sur les EPF du 4 octobre 1991¹⁾

vu les directives du Conseil des EPF concernant les études dans les EPF du 14 septembre 1994²⁾

arrête :

CHAPITRE I : DISPOSITIONS GENERALES

Section 1 : Définitions

Art. 1 Champ d'application

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

Art. 2 Contrôle

- 1 Le contrôle des études peut être continu et/ou ponctuel.
- 2 Par contrôle ponctuel, on entend l'interrogation d'une branche lors d'une session d'examens.
- 3 Par contrôle continu, on entend notamment les exercices, travaux pratiques, laboratoires, projets faisant l'objet d'une notation en cours de semestre ou d'année.
- 4 Le contrôle continu est obligatoire lorsque la note obtenue pendant le semestre ou l'année est prise en compte dans le calcul de la note d'examen.
- 5 Si le contrôle continu est facultatif, il contribue uniquement à augmenter la note de la branche correspondante pour un maximum de deux points.
 - a. L'organisation de ce contrôle par les enseignants est facultative.
 - b. Si l'étudiant ne se soumet pas au contrôle continu facultatif, seule la note du contrôle ponctuel est prise en considération.

Art. 3 Branches

- 1 Une branche est une matière ou un ensemble de matières faisant l'objet d'un contrôle qui donne lieu à une note.
- 2 Au 1er cycle, une branche dite pratique est celle qui fait l'objet d'un contrôle continu uniquement.
- 3 Au 1er cycle, une branche dite théorique est celle qui fait l'objet d'un contrôle ponctuel lors d'une session d'examens. Une branche dont la note porte à la fois sur un contrôle ponctuel et sur un contrôle continu est considérée comme théorique.
- 4 Au 2ème cycle, une branche dite à contrôle continu uniquement est celle pour laquelle la note porte exclusivement sur des exercices, projets, laboratoires ou travaux pratiques effectués pendant le semestre ou l'année.

¹⁾ RS 414.110

²⁾ non publié au RO

Les termes génériques utilisés dans la présente Ordonnance ("étudiant", "enseignant", etc.) s'appliquent indifféremment aux femmes et aux hommes.

5 Au 2ème cycle, une branche dite à examen est celle qui fait l'objet d'un contrôle ponctuel lors d'une session d'examens. Une branche dont la note porte à la fois sur un contrôle ponctuel et sur un contrôle continu est considérée comme branche à examen.

6 Au 2ème cycle, une branche dite de diplôme est celle qui est examinée en automne en présence d'un expert externe. L'interrogation se fait par oral, sauf dérogation accordée par le directeur des affaires académiques.

Art. 4 Examens

1 Un examen est un ensemble de branches faisant l'objet d'un contrôle continu et/ou ponctuel.

2 Les examens comprennent :

- a. au 1er cycle :
 - deux examens propédeutiques à la fin des première et deuxième années d'études comprenant chacun dix branches théoriques au plus;
- b. au 2ème cycle :
 - un examen d'admission au travail pratique de diplôme composé de toutes les branches faisant l'objet d'un contrôle au 2ème cycle et
 - un travail pratique de diplôme.

Section 2 : Dispositions générales communes aux 1er et 2ème cycles

Art. 5 Appréciation des travaux

Les travaux suffisants sont notés de 6 à 10, les travaux insuffisants de 0 à 5,5. Les demi-points sont admis.

Art. 6 Sessions d'examens, inscriptions et retraits

1 L'EPFL organise trois sessions d'examens par année académique : au printemps, en été et en automne. Ces sessions se situent en général en dehors des semestres de cours.

2 Le directeur des affaires académiques 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.

3 Le directeur des affaires académiques communique la période d'inscription aux examens ainsi que la date limite pour se retirer.

Art. 7 Interruption des examens et absence

1 Lorsque la session a débuté, le candidat ne peut l'interrompre que pour des motifs importants tels que maladie ou accident, attestés par un certificat médical. Il doit en aviser le directeur des affaires académiques immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires au plus tard dans les trois jours dès la survenance du motif d'interruption.

2 Le directeur des affaires académiques statue librement sur les motifs invoqués.

3 Les notes des branches examinées restent acquises si le directeur des affaires académiques considère l'interruption justifiée.

4 Le candidat qui, sans motif valable, ne présente pas une branche alors qu'il était inscrit à l'épreuve se voit infliger la note zéro.

5 Des motifs personnels ou un certificat médical invoqués a posteriori ne justifient pas l'annulation d'une note.

Art. 8 Langue d'examens

Les interrogations se déroulent en français. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques.

Art. 9 Enseignants

1 L'enseignant interroge l'étudiant sur les matières qu'il enseigne. S'il en est empêché, l'enseignant demande au directeur des affaires académiques de désigner un remplaçant.

2 Dans la mesure où la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les enseignants :

- a. donnent aux départements les informations nécessaires sur leur enseignement pour éditer le livret des cours;
- b. informent les étudiants du contenu de la matière et du déroulement des interrogations;
- c. conduisent l'interrogation;
- d. tiennent un procès-verbal (notes manuscrites) de chaque interrogation orale;
- e. attribuent les notes;
- f. conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les interrogations orales ainsi que les travaux écrits, ce délai étant prolongé en cas de recours.

Art. 10 Experts

1 Pour l'interrogation orale des branches théoriques et des branches à examen autres que celles de diplôme, un expert interne à l'EPFL est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'enseignant et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section.

2 Pour les branches de diplôme et pour le travail pratique de diplôme, un expert externe à l'EPFL est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'enseignant et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section.

3 L'expert tient un procès-verbal (notes manuscrites) du déroulement de l'interrogation de la branche théorique; ces informations peuvent être demandées par la conférence des notes et, le cas échéant, par les autorités de recours. L'expert veille au bon déroulement de l'interrogation, joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut participer à la notation.

Art. 11 Consultation des travaux écrits

1 Le candidat peut consulter ses travaux écrits auprès de l'enseignant dans les six mois qui suivent l'examen.

2 La consultation est réglée conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative¹⁾.

Art. 12 Commission d'examen

1 Dans le cas des branches pratiques, des commissions d'examen peuvent être mises sur pied. L'évaluation des travaux se fait alors sous la forme d'une présentation orale par l'étudiant.

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

Art. 13 Conférence des notes

1 Pour chaque session, une conférence des notes est organisée. Elle est composée du président de la Commission d'enseignement de l'EPFL qui la préside, du président de la commission d'enseignement du département ou de la section, du directeur des affaires académiques et du chef du service académique. Des suppléants sont admis.

2 La conférence des notes a la possibilité, lorsque des circonstances particulières le justifient, de modifier une note d'examen avec l'accord de l'enseignant, et de l'expert s'il a participé à la notation, ou d'accorder les crédits pour une branche même si les conditions de réussite ne sont pas remplies.

Art. 14 Admission à des semestres supérieurs

1 Pour pouvoir s'inscrire au 3ème, respectivement au 5ème semestres, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique I, respectivement II. L'étudiant admis à se présenter à la session de printemps en application de l'article 20 alinéa 2 de la présente ordonnance peut être autorisé à suivre l'enseignement du semestre d'hiver supérieur moyennant l'accord du directeur des affaires académiques.

¹⁾ RS 172.021

2 En cas d'échec à la session de printemps, l'étudiant ne peut pas continuer le programme du semestre d'été supérieur.

Art. 15 Fraude

1 Par fraude, on entend toute forme de tricherie permettant d'obtenir une évaluation non méritée.

2 La fraude, la participation à la fraude, la tentative de fraude sont sanctionnées par l'Ordonnance sur la discipline à l'EPFL du 17 Septembre 1986.

Art. 16 Communication des résultats

1 Le directeur des affaires académiques notifie aux candidats une décision de réussite ou d'échec aux examens et au travail pratique de diplôme.

2 La décision fait mention des notes obtenues et des crédits acquis au 2ème cycle.

Art. 17 Demande de nouvelle appréciation et recours administratif

1 Les décisions rendues par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'une demande de nouvelle appréciation dans un délai de 10 jours à compter de leur notification.

2 Lesdites décisions peuvent également faire l'objet d'un recours administratif auprès du Conseil des écoles polytechniques fédérales dans un délai de 30 jours à compter de leur notification.

3 Les délais des alinéas 1 et 2 courent simultanément.

CHAPITRE II : EXAMENS PROPEDEUTIQUES

Art. 18 Règlements d'application du contrôle des études du 1er cycle

Les règlements d'application édictés par la direction de l'EPFL définissent en général:

- a. les branches théoriques et pratiques;
- b. la nature du contrôle des branches théoriques (écrit, oral ou défense d'un mémoire);
- c. les coefficients attribués à chaque branche;
- d. les conditions de réussite.

Art. 19 Livrets des cours du 1er cycle

En plus des informations contenues dans les règlements d'application, les livrets des cours édictés par les départements mentionnent le contenu de chaque matière.

Art. 20 Sessions d'examens

1 Deux sessions ordinaires sont prévues pour chaque examen propédeutique, l'une en été et l'autre en automne. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire présenter une branche théorique donnée; il doit toutefois avoir passé l'ensemble des branches théoriques à l'issue de la session d'automne.

2 Lorsque le candidat est dans l'impossibilité de se présenter à la session d'été ou d'automne pour des motifs importants tels que maladie, accident ou service militaire, le directeur des affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.

Art. 21 Moyennes

Les moyennes définies dans les règlements d'application sont calculées en pondérant chaque note par son coefficient.

Art. 22 Conditions de réussite

1 Les examens propédeutiques sont réussis lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 6 et à condition qu'aucune note égale à zéro ne figure dans les branches pratiques.

2 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre poser des conditions particulières supplémentaires.

Art. 23 Répétition

1 Si un candidat a échoué à l'un des examens propédeutiques, il peut le présenter une seconde et dernière fois, dans le délai d'une année.

2 Si le candidat est en mesure de faire valoir et de justifier des motifs d'empêchement importants, le directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

3 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches théoriques ou dans celui des branches pratiques reste acquise en cas de répétition.

4 Lorsqu'une note ou une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les branches pratiques en répétant l'année d'études.

5 En cas de changement du plan d'études et du règlement d'application, l'étudiant redoublant est tenu de se conformer aux nouveaux documents en vigueur à moins que le directeur des affaires académiques n'arrête des conditions de répétition particulières.

CHAPITRE III : EXAMENS D'ADMISSION AU TRAVAIL PRATIQUE DE DIPLOME

Art. 24 Crédits

1 A chaque enseignement du 2ème cycle est associé un certain nombre de crédits, correspondant à un volume de travail moyen estimé pour cet enseignement.

2 Les plans d'études sont conçus de façon à donner la possibilité aux étudiants d'acquérir 60 crédits en une année.

3 Chaque branche fait l'objet d'un contrôle noté en principe à la fin du semestre ou de l'année. Les crédits sont attribués lorsque la note obtenue dans la branche est égale ou supérieure à 6 (5 pour la section d'Ingénieurs en Systèmes de communication).

4 En cas d'échec, seules les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 6 (5 pour la section d'Ingénieurs en Systèmes de communication) peuvent être représentées conformément à l'article 32 de la présente ordonnance.

Art. 25 Blocs

1 Un bloc est un regroupement de plusieurs branches. Pour un bloc spécifique, l'ensemble de tous les crédits correspondants est accordé si aucune note n'est inférieure à 4 et si la moyenne, calculée en pondérant chaque note par sa valeur en crédits, est égale ou supérieure à 6.

2 Si, pour un bloc spécifique, les conditions d'attribution de la totalité des crédits correspondants ne sont pas réalisées, seules les branches dont la note est inférieure à 6 peuvent être représentées, et ce conformément à l'article 32 de la présente ordonnance. Les crédits correspondant aux branches dont la note est égale ou supérieure à 6 restent acquis.

3 Une branche ne peut appartenir à plusieurs blocs.

4 Le nombre de blocs est limité à 6 sur l'ensemble du 2ème cycle.

Art. 26 Conditions de réussite

- 1 Pour réussir l'examen d'admission au travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir acquis 120 crédits et satisfait aux conditions particulières supplémentaires du règlement d'application de la section concernée.
- 2 Les plans d'études sont conçus pour permettre l'obtention de 120 crédits en deux ans. Néanmoins, la durée du 2ème cycle ne peut excéder quatre ans, et un minimum de 60 crédits doit être obtenu en 2 ans.
- 3 La moyenne générale est calculée en pondérant chaque note avec sa valeur en crédits.
- 4 Les crédits obtenus dans le cadre d'un programme de mobilité reconnu sont considérés comme acquis.
- 5 La durée du 2ème cycle de la section d'Ingénieurs en systèmes de communication est de deux ans et demi. Le nombre de crédits nécessaires pour se présenter au travail pratique de diplôme est fixé dans le règlement d'application du contrôle des études.

Art. 27 Préalables

Au 2ème cycle, les préalables sont des branches dont les crédits doivent être obtenus avant de suivre d'autres enseignements. Ils sont définis dans les règlements d'application du contrôle des études et dans les livrets des cours.

Art. 28 Règlements d'application du contrôle des études du 2ème cycle

Les règlements d'application édictés par la direction de l'EPFL définissent en général:

- a. les branches à examen, de diplôme et à contrôle continu;
- b. la session à laquelle les branches à examen peuvent être présentées;
- c. les crédits attribués à chaque branche;
- d. la composition des blocs;
- e. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc;
- f. les conditions générales applicables aux préalables;
- g. les conditions de réussite.

Art. 29 Livrets des cours du 2ème cycle

En plus des informations contenues dans les règlements d'application, les livrets des cours édictés par les départements mentionnent :

- a. le contenu de chaque matière;
- b. la nature du contrôle des branches à examen (écrit, oral ou défense d'un mémoire);
- c. les conditions particulières des préalables applicables à certaines branches.

Art. 30 Nature du contrôle

1 Si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département ou le conseil de section déterminent la nature du contrôle des branches à examen et la communiquent aux étudiants au début de chaque semestre.

2 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

Art. 31 Sessions d'examens

Des sessions ordinaires sont prévues au printemps, en été et en automne. Les sessions pendant lesquelles les branches à examen peuvent être présentées sont fixées dans les règlements d'application.

Art. 32 Répétition

- 1 Une branche peut être répétée une seule fois, et ce l'année suivante à la même session ordinaire. A titre exceptionnel, une session de rattrapage peut être accordée aux conditions de l'article 33 de la présente ordonnance.
- 2 Si une branche à option fait l'objet de deux échecs, l'étudiant peut choisir d'en présenter une nouvelle moyennant l'accord du président de la commission d'enseignement de la section concernée.

Art. 33 Rattrapage

1 Si l'étudiant a échoué au maximum à deux branches, il peut bénéficier d'une session de rattrapage, organisée par le président de la commission d'enseignement de la section concernée, dans les situations suivantes :

- a. échec dans un bloc parce qu'une note est inférieure à 4 alors que la moyenne du bloc est égale ou supérieure à 6;
- b. échec définitif si 60 crédits n'ont pas été obtenus au bout de deux ans;
- c. échec définitif si 120 crédits n'ont pas été obtenus au bout de quatre ans;
- d. redoublement à la fin de la 3ème ou de la 4ème années pour les cas où une promotion annuelle est indiquée dans les règlements d'application;
- e. impossibilité de présenter les branches de diplôme lorsqu'un nombre minimal de crédits est requis;
- f. échec dans les branches de diplôme.

2 Une branche peut être examinée une seule fois en session de rattrapage.

3 Sur proposition du président de la commission d'enseignement, le choix des branches pouvant faire l'objet d'un rattrapage est ratifié par la conférence des notes.

CHAPITRE IV : TRAVAIL PRATIQUE DE DIPLOME

Art. 34 Admission au travail pratique de diplôme

Pour pouvoir s'inscrire au travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir réussi l'examen d'admission correspondant. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques, sur proposition du département concerné.

Art. 35 Déroulement

1 La durée du travail pratique de diplôme est de 4 mois.

2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que le candidat présente oralement. Le sujet est défini et/ou approuvé par le maître qui en assume la direction.

3 A la demande du candidat, le chef du département ou le président du conseil de section peuvent confier la direction du travail pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.

4 Si la rédaction du mémoire est jugée insuffisante, le maître compétent peut exiger que le candidat y remédie dans un délai de deux semaines dès la présentation orale.

Art. 36 Condition de réussite

Le travail pratique de diplôme est réussi lorsque l'étudiant a obtenu une note égale ou supérieure à 6 (5 pour la section d'Ingénieurs en systèmes de communication).

Art. 37 Répétition

En cas d'échec, le travail pratique de diplôme ne peut être répété qu'une fois.

Art. 38 Moyenne finale du diplôme

La moyenne finale du diplôme est la moyenne arithmétique entre la moyenne générale de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme et la note de ce dernier.

Art. 39 Diplôme et titre

1 L'étudiant qui a réussi l'examen d'admission au travail pratique de diplôme et le travail pratique de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'article 16 de la présente Ordonnance, un diplôme muni du sceau de l'EPFL. Celui-ci contient le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière, les signatures du président de l'EPFL, du vice-président et directeur de la formation de l'EPFL, ainsi que du chef du département ou du président du conseil de la section concernée.

2 L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants :

| | |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| en Génie civil | ingénieur civil (ing.civ.dipl.EPF) |
| en Génie rural, environnement et mensuration | ingénieur du génie rural (ing.gén.rur.dipl.EPF) |
| en Génie mécanique | ingénieur mécanicien (ing.méc.dipl.EPF) |
| en Microtechnique | ingénieur en microtechnique (ing.microtechn.dipl.EPF) |
| en Electricité | ingénieur électricien (ing.él.dipl.EPF) |
| en Systèmes de communication | ingénieur en systèmes de communication (ing.sys.com.dipl.EPF) |
| en Physique | ingénieur physicien (ing.phys.dipl.EPF) |
| en Chimie | ingénieur chimiste (ing.chim.dipl.EPF) |
| en Mathématiques | ingénieur mathématicien (ing.math.dipl.EPF) |
| en Informatique | ingénieur informaticien (ing.info.dipl.EPF) |
| en Matériaux | ingénieur en science des matériaux (ing.sc.mat.dipl.EPF) |
| en Architecture | architecte (arch.dipl.EPF) |

CHAPITRE V : DISPOSITIONS TRANSITOIRES ET FINALES

Art. 40 Abrogation du droit en vigueur

Est abrogée, dès l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, l'Ordonnance générale sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne du 3 octobre 1994.

Art. 41 Disposition transitoire

1 Les étudiants qui ont commencé leur 3ème année d'études en 96/97, selon le système de moyennes, restent soumis à l'ancienne ordonnance jusqu'à la fin de leurs études, dans la mesure où ils les poursuivent sans interruption.

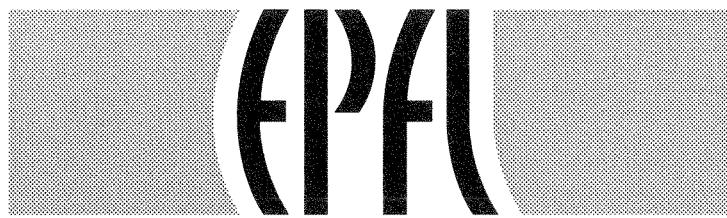
2 Les règlements d'application de la présente ordonnance sont immédiatement applicables à tous les étudiants.

Art. 42 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 20 octobre 1997.

le 16 juin 1997

Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
Le vice-président et directeur de la formation, Professeur D. de Werra
Le directeur des affaires académiques, M. Jaccard



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

1997 - 1998

arrêté par la direction de l'EPFL le 16 juin 1997

| | |
|----------------------------------------------|-----------------------|
| Chef de département | Prof. A. Baldereschi |
| Président de la commission d'enseignement | Prof. L. Zuppiroli |
| Conseillers d'études : | |
| 1ère année | Prof. J. Buttet |
| 2ème année | Prof. A. Châtelain |
| 3ème année | Prof. E. Kapon |
| 4ème année | Prof. G. Margaritondo |
| Diplômants | Prof. J.-Ph. Ansermet |
| Coordinateur STS | Prof. J.-P. Ansermet |
| Administratrice | Mme A. Ekmark |

PHYSIQUE

| SEMESTRE | Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification | Enseignants | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------|-----|-----|---|----|-----|---|----|-----|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | c | e | p | c | e | p | c | e | p | c | e | p | c | e | p |
| Matière | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mathématiques : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse I,II (en français) ou | Zwahlen | DMA | 4 | 4 | | 4 | 4 | | | | | | | | | | 224 |
| Analyse I,II (cours en allemand) | Wohlhauser | DMA | 4 | 4 | | 4 | 4 | | | | | | | | | | 224 |
| Mathématiques (répétition) | Bachmann | DMA | (2) | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse III,IV | Chatterji | DMA | | | | | | | 3 | 2 | | 3 | 2 | | | | 140 |
| Algèbre linéaire I,II | Boéchat | MAF | 3 | 2 | | 3 | 2 | | | | | | | | | | 140 |
| Probabilité et statistique | Pfister | DMA | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | 56 |
| Analyse numérique | Rappaz J. | DMA | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | 42 |
| Méthodes mathématiques de la physique | Pfister | DMA | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | 42 |
| Géométrie II | Buser | DMA | | | | 3 | 2 | | | | | | | | | | 70 |
| Cours de mathématiques 2ème cycle | Divers | DMA | | | | | | | | | | | | | 2** | 1** | |
| Physique générale : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mécanique générale I,II | Benoit | DP | 3 | 2 | | 2 | 2 | | | | | | | | | | 126 |
| Physique générale I | Martin J.-L. | DP | | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | 84 |
| Physique générale II,III | Chatelain A. | DP | | | | | | | 4 | 2 | | 4 | 2 | | | | 168 |
| Physique TPD | Gremaud | DP | | | | | | | | | | 4 | | | | | 112 |
| Physique TPA | Dimitropoulos | DP | | | | | | | | | | | | | 8 | | 224 |
| Expérimentation numérique I,II (TP) | Baldereschi | DP | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1** | 1** | | 28 |
| Chimie : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chimie appliquée | Friedli | DC | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | 70 |
| Physique théorique : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mécanique analytique | vacat | PHF | | | | | | | 3 | 2 | | | | | | | 70 |
| Physique statistique I,II | Gruber | DP | | | | | | | | | | 2 | 2 | | 2 | 2 | 112 |
| Physique quantique I,II | Quattropani | DP | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2** | 2** | | 56 |
| Physique quantique I+II | Quattropani + Zuppiroli | DP | | | | | | | | | | 2 | 2 | * | 2 | 2 | 112 |
| Physique de la matière condensée : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Structure de la matière condensée | Martin J.-L./Schwarzenbach | DPP/PHF | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | 56 |
| Physique des matériaux solides I+II | Patthey + Schneider | PHF | | | | | | | | | | 2 | 2 | | 2 | 2 | 112 |
| Autres domaines de la physique : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Electrodynamique | Martin Ph. | DP | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | 56 |
| Physique nucléaire et corpusculaire I | vacat | PHF | | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | 42 |
| Physique nucléaire et corpusculaire II | vacat | PHF | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 42 |
| Physique des plasmas I | Troyon | DP | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 56 |
| Optique | Kapon | DP | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 56 |
| Réseaux des neurones | Gerstner | DI | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 56 |
| Hydrodynamique | Deville | DGM | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 56 |
| Informatique : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Programmation I | Gennart | DI | 1 | | 3 | | | | | | | | | | | | 56 |
| Technologies : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Introduction à la métrologie | Schaller/Gremaud | DP | 1 | | 3 | | | | | | | | | | | | 56 |
| Électronique I,II | Mlynek | DE | | | | | | | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | | 112 |
| Techniques de laboratoire | Savoie/Sanjines | DP | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 56 |
| Atelier mécanique | Randin | DP | | | | | | | | | | | | (1) | | | |
| Préparation projet d'ingénieur | Profs divers | DP | | | | | | | | | | | | 1 | | | 14 |
| Enseignement Science-Technique-Société (STS) : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cours STS | | | 2 | | 2 | | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | 168 |
| - Histoire de la technique | Grinevald | DMT | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 56 |
| - Droit I,II | Haldy J. | DMT | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | 56 |
| - Introduction aux sciences humaines | Bassand/Thalmann PH. + | DADGR | | | | | | | 2 | | 2 | | | | | | 56 |
| - Exposés scientifiques I | Gaxer/Dunant | UHD | | | | | | | 2 | | | | | | | | 28 |
| - Exposés scientifiques II | Gaxer/Germanier | UHD | | | | | | | | 2 | | | | | | | 28 |
| - Gestion d'entreprise I,II | Raffournier | DMT | | | | | | | | | | 2 | | | 2 | | 56 |
| - Veille technologique et propriété intellectuelle | Boulier | UHD | | | | | | | | | | 2 | | | | | 28 |
| - Création d'entreprise | Micol | UHD | | | | | | | | | | | | | 2 | | 28 |
| Divers : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Séminaire de physique | Conseiller d'études | DP | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 28 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * seulement en 97/98 ** dès 98/99 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Totaux : Tronc commun | | | 18 | 9 | 6 | 20 | 13 | | 18 | 9 | 6 | 16 | 8 | 7 | 12 | 10 | 10 |
| Totaux : Par semaine | | | | 33 | | | 33 | | | 33 | | | 31 | | 32 | | 33 |
| Totaux : Par semestre | | | | 462 | | | 462 | | | 462 | | | 434 | | 448 | | 462 |

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

PHYSIQUE

| SEMESTRE | Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification | | 7 | | 8 | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|----|-----|----|-----|
| | | | c | e | p | c |
| Matière | Enseignants | | | | | |
| Projet obligatoire : | | | | | | |
| Travaux pratiques IV selon option: | Profs divers : | | | | | |
| Physique expérimentale | Ansermet, Buttet, Châtelain A., Kern, Monot | DP | | | | |
| Physique théorique | Bares, Gruber, Kunz, Martin Ph., Quattropani | DP | | | | |
| Physique des semiconducteurs | Baldereschi, Lévy, Margaritondo | DP | | | | |
| Génie médical | Meister, Stergiopoulos | DP | | | | |
| Microscopie et Optoélectronique | Deveaud, Illegems, Kapon, Reinhart | DP | | | | |
| Physique métallurgique | Benoit, Martin J.-L., Zuppiroli | DP | | | | |
| Physique des réacteurs | Chawla | DP | | | | |
| Physique des plasmas | Tran Minh Q., Troyon, Villard | CRPP | | | | |
| Enseignement Science-Technique-Société (STS) : | | | | | | |
| Projet STS | Profs divers | DP | | | | |
| Divers: | | | | | | |
| Séminaire de physique | Conseiller d'études | DP | | | | |
| Projet d'ingénieur | Profs divers | sauf DP | | | | |
| Cours de diplôme : | | | | | | |
| Minimum d'heures exigé dont au minimum 2 cours et au maximum 3 dans le groupe 1 | | | 10 | 7 | 10 | 7 |
| Cours de base avancés : | | | | | | |
| Physique des matériaux I,II | vacat | DP | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Physique du solide avancée I,II | Quattropani | DP | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Méthodes expérimentales en physique I,II | Chatelain A./Buffat/Ganière | DP | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Physique statistique avancée I,II | * Bares | DP | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Physique quantique avancée I+II | * vacat + Martin Ph. | UHD/DP | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + | Reuse + | DP | 2 | 2 | | |
| Optique quantique | * Schwendimann | | | | 2 | 2 |
| Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + | * Reuse + | DP | 2 | 2 | | |
| Electrodynamique quantique | * Reuse | | | | 2 | 2 |
| Cours de spécialités : | | | | | | |
| Microscopie électronique + | Martin J.-L./Buffat | DP/UHD | 2 | 1 | | |
| Caractérisation des microstructures | Buffat/Stadelmann | DP/UHD | | | 1 | 2 |
| Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés | Gremaud | DP | | | 2 | 1 |
| Dispositifs électroniques à semiconducteurs + | Illegems | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Dispositifs optiques à semiconducteurs | | | | | | |
| Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire + | Meister | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Génie médical II : Techniques biomédicales | | | | | | |
| Physique des plasmas II + III | Appert + Lister | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Chapitres choisis d'optique moderne I,II | Reinhart | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Physique des neutrons | Chawla | DP | 2 | 1 | | |
| Simulation numérique de systèmes physiques I,II | Baldereschi | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Chapitres choisis en physique de la matière condensée I | vacat | DP | 2 | 1 | | |
| Chapitres choisis en physique de la matière condensée II | Ansermet | DP | | | 2 | 1 |
| Relativité et cosmologie I,II | Gruber | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Physique des surfaces, interfaces + Clusters | Kern/Monot/Schneider + Harbich | DP/PHF | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Aspects physiques de la production d'énergie | Chawla/Haldi P.-A. | DP/DGC | | | 2 | 1 |
| Sciences du vivant I,II | Vogel H. + Thoumine | DC/DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Phénomènes non linéaires et chaos I,II | Kunz | DP | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Autres cours agréés par le département de Physique (y compris les cours de la section de physique de la Faculté des Sciences et les cours de 3ème cycle organisés par le département de Physique) | | | | | | |
| * cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels | | | | | | |
| Totaux : Tronc commun minimum | | | 10 | 8 | 14 | 10 |
| Totaux : Par semaine | | | | 32 | | 32 |
| Totaux : Par semestre | | | | 448 | | 448 |

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

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE
DES ÉTUDES DE LA SECTION
DE PHYSIQUE**
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1998)
du 16 juin 1997

La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

vu l'ordonnance générale sur le contrôle des études à l'EPFL
du 16 juin 1997

arrête :

Article premier - Champ d'application

Le présent règlement est applicable aux examens de la section de physique de l'EPFL dans le cadre des examens de diplôme.

Chapitre 1 : Examens au 1er cycle

Article 2 - Examen propédeutique I

1 L'examen propédeutique I comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

coefficient

| | |
|------------------------------------|-----|
| 1. Analyse I,II (oral) | 1 |
| 2. Analyse I,II (écrit) | 1 |
| 3. Algèbre linéaire I,II (oral) | 2 |
| 4. Géométrie II (écrit) | 1.5 |
| 5. Analyse numérique (écrit) | 1 |
| 6. Mécanique générale I,II (écrit) | 2 |
| 7. Physique générale I (oral) | 1.5 |
| 8. Chimie appliquée (écrit) | 1.5 |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

| | |
|-----------------------------------------------|---|
| 9. Introduction à la métrologie, Labo (hiver) | 1 |
| 10. Programmation, projet (hiver) | 1 |
| 11. Cours STS (hiver+été) | 1 |

3 L'examen propédeutique I est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Art. 3 - Examen propédeutique II

1 L'examen propédeutique II comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

| | coefficient |
|-------------------------------------------------|-------------|
| 1. Analyse III,IV (écrit) | 2 |
| 2. Probabilité et statistique (oral) | 1 |
| 3. Physique générale II,III (oral) | 1 |
| 4. Physique générale II,III (écrit) | 1 |
| 5. Méthodes mathématiques de la physique (oral) | 1 |
| 6. Mécanique analytique (écrit) | 1.5 |
| 7. Structure de la matière condensée (oral) | 1 |
| 8. Physique quantique I (écrit) | 1 |

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| 9. Physique, TPD (hiver) | 1 |
| 10. Physique, TPD (été) | 1 |
| 11. Electronique I,II, Laboratoire (hiver+été) | 2 |
| 12. Expérimentation numérique I (TP) (été) | 0.5 |
| 13. Cours STS (hiver+été) | 1 |

3 L'examen propédeutique II est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

Chapitre 2 : Examens au 2ème cycle

Art. 4 - Système de crédits

1 Le total des crédits à obtenir est de 120 au minimum dont 35 pour les branches de diplôme. Dans la règle, ils sont acquis en deux ans, la durée maximale pour les obtenir étant limitée à quatre ans.

2 Les enseignements du 2ème cycle sont répartis en deux blocs "Cours de base" et "Branches pratiques", plus les groupes "Cours de base avancés" et "Cours de spécialités", ce dernier groupe comprenant les cours spécialisés, les cours d'intérêt général et les autres cours agréés par le Département de Physique.

3 Après deux ans d'études au 2ème cycle, l'étudiant qui n'a pas obtenu les 40 crédits du bloc "Cours de base" et 20 crédits du bloc "Branches pratiques" ne peut plus se réinscrire.

4 Pour chaque branche, les crédits sont obtenus si la note est égale ou supérieure à 6.

5 Dans chaque bloc, les crédits sont obtenus si la moyenne des notes des branches, pondérée par les crédits, est égale ou supérieure à 6 et si aucune note n'est inférieure à 4.

6 Si, pour un bloc spécifique, les conditions d'attribution de la totalité des crédits correspondants ne sont pas réalisées, les crédits correspondant aux branches dont la note est égale ou supérieure à 6 sont acquis.

7 Lorsque les crédits associés à une branche sont attribués, cette branche est considérée comme acquise et ne peut pas être représentée.

8 En cas d'échec dans un bloc, seules les branches pour lesquelles les notes sont inférieures à 6 sont à représenter.

Art. 5 - Préalables

1 L'étudiant doit se conformer aux préalables spécifiés dans le livret des cours pour suivre certains enseignements de 4ème année.

2 Pour présenter les branches de diplôme, l'étudiant doit détenir les 85 crédits des blocs : "cours de base" et "branches pratiques".

3 Pour entreprendre le travail pratique de diplôme, l'étudiant doit avoir acquis au minimum les 120 crédits requis selon l'article 7.

Art. 6 - Stage

1 Un stage, réalisé à l'extérieur de l'EPFL et agréé par le département de physique, peut remplacer le projet d'ingénieur du 7ème semestre.

2 D'une durée de six semaines au moins, le stage s'effectue dans la règle pendant les vacances d'été entre la 3ème et la 4ème année d'études.

3 Les modalités d'évaluation du stage font l'objet de directives internes au département.

Art. 7 - Examen d'admission au travail pratique de diplôme

1 Le bloc "Cours de base" donne droit à **40 crédits**. Les deux options sont à choisir dans le groupe "Autres domaines de la physique".

| | crédits |
|-----------------------------------------------------|---------|
| Branches à examen (session de printemps 3ème année) | |
| 1. Physique statistique I | 4 |
| 2. Physique quantique I (seul. 97/98) | 4 |
| Physique quantique II (dès 98/99) | |
| 3. Physique des matériaux solides I | 4 |
| 4. Electrodynamique | 4 |
| 5. Physique nucléaire et corpusculaire I | 4 |
| Branches à examen (session d'été 3ème année) | |
| 6. Physique statistique II | 4 |
| 7. Physique quantique II (seul. 97/98) | 4 |
| Cours de mathématiques (dès 98/99) | |
| 8. Physique des matériaux solides II | 4 |
| 9. Option I | 4 |
| 10. Option II | 4 |

2 Le bloc "branches pratiques" donne droit à **45 crédits**, dont 20 en 3ème année et 25 en 4ème.

| | crédits |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Branches à contrôle continu uniquement (3ème année) | |
| 11. Techniques de laboratoire (hiver+été) | 3 |
| 12. Physique, TPA (hiver) (seul. 97/98) | 7 |
| Physique, TPA (hiver) (dès 98/99) | 6 |
| 13. Physique, TPA (été) (seul. 97/98) | 7 |
| Physique, TPA (été) (dès 98/99) | 6 |
| 14. Cours STS (hiver+été) | 3 |
| 15. Expérimentation numérique II (TP) (hiver) (dès 98/99) | 2 |
| Branches à contrôle continu uniquement (4ème année) | |
| 16. Projet d'ingénieur (hiver) | 5 |
| 17. TP IV (hiver) | 7 |
| 18. TP IV (été) | 9 |
| 19. Projet STS (hiver+été) | 4 |

3 Les branches de diplôme donnent droit à **35 crédits**. Elles portent sur les groupes "cours de base avancés" et "Cours de spécialités" de la 4ème année.

Art. 8 - Branches de diplôme

1 Les crédits associés aux branches de diplôme s'acquièrent de façon indépendante, par réussite individuelle de chaque branche.

2 Les cours des groupes "cours de base avancés" et "cours de spécialités" sont désignés dans le plan d'études. Ils sont annuels et donnent droit à 7 crédits, ou se composent de deux cours semestriels de 3,5 crédits. Les étudiants choisissent deux ou trois cours annuels dans le groupe "cours de base avancés".

3 Les branches de diplôme comprennent au moins quatre cours annuels. Le choix des branches doit être ratifié par le conseiller d'études.

Art. 9 - Travail pratique de diplôme

1 La durée du travail pratique de diplôme est de quatre mois.

2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à une note et est réussi si la note est égale ou supérieure à 6.

Art. 10 - Diplôme

Le diplôme est décerné à l'étudiant ayant obtenu au minimum 120 crédits selon les conditions fixées à l'article 7 et ayant réussi le travail pratique de diplôme.

Chapitre 3 : Dispositions finales

Art. 11 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de physique de l'EPFL du 28 mars 1994 est abrogé.

Art. 12 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 1997/98.

16 juin 1997 Au nom de la direction de l'EPFL

Le vice-président et directeur de la formation, D. de Werra
Le directeur des affaires académiques,
M. Jaccard

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> |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|----------------|
| COURS OBLIGATOIRES | | | |
| Analyse I, II | Zwahlen | 1er, 2e | 39, 40 |
| Analysis I, II (en allemand) | Wohlhauser | 1er, 2e | 41, 42 |
| Algèbre linéaire I, II | Boéchat | 1er, 2e | 43, 44 |
| Programmation I | Gennart | 1er | 45 |
| Analyse numérique | Rappaz J. | 2e | 46 |
| Géométrie II | Buser | 2e | 47 |
| Mécanique générale I, II | Benoit | 1er, 2e | 48, 49 |
| Physique générale I | Martin J.L. | 2e | 50 |
| Introduction à la métrologie | Gremaud/Schaller | 1er | 51 |
| Chimie appliquée | Friedli | 1er | 52 |
| STS : Droit I, II | Haldy J. | 1er, 2e | 53, 54 |
| STS : Histoire de la technique | Grinevald | 1er, 2e | 55 |
| Analyse III, IV | Chatterji | 3e, 4e | 56, 57 |
| Méthodes mathématiques de la physique | Pfister | 3e | 58 |
| Probabilité et statistique | Pfister | 4e | 59 |
| Physique générale II, III | Châtelain A. | 3e, 4e | 60, 61 |
| Structure de la matière condensée | Martin J.L./Schwarzenbach | 3e | 62 |
| Mécanique analytique | vacat | 3e | 63 |
| Physique quantique I | Quattropani | 4e | 64 |
| Electronique I, II | Mlynek | 3e, 4e | 65, 66 |
| Expérimentation numérique | Baldereschi | 4e | 67 |
| Travaux pratiques de physique | Gremaud | 3e, 4e | 68 |
| STS : Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie | Bassand/Thalmann, Tarradellas/Thalmann | 3e, 4e | 69 |
| STS : Exposés scientifiques I, II | Gaxer/Dunand | 3e | 70 |
| | Gaxer/Germanier | 4e | 71 |
| Physique statistique I, II | Gruber | 5e, 6e | 72, 73 |
| Physique quantique I, II [ancien régime] | Quattropani/Zuppiroli | 5e, 6e | 74, 75 |
| Physique des matériaux solides I, II | Pathey/Schneider | 5e, 6e | 76, 77 |
| Electrodynamique | Martin Ph. | 5e | 78 |
| Physique des plasmas I | Troyon | 6e | 79 |

| <i>Titre du cours</i> | <i>Enseignant(s)</i> | <i>Semestre(s)</i> | <i>Page(s)</i> |
|--------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------|
| Optique | Kapon | 6e | 80 |
| Physique nucléaire et corpusculaire I, II | Joseph | 5e, 6e | 81, 82 |
| Réseaux des neurones | Gerstner | 6e | 83 |
| Hydrodynamique | Deville/Monkewitz | 6e | 84 |
| Travaux pratiques de physique avancés | Dimitropoulos | 5e, 6e | 85 |
| Atelier de mécanique | Randin | 5e | 86 |
| Techniques de laboratoire | Sanjines/Savoie | 5e | 87 |
| STS : Gestion d'entreprise I, II | Raffournier | 5e, 6e | 88, 89 |
| STS : Veille technologique et propriété intellectuelle | Boulier | 5e | 90 |
| STS : Création d'entreprise | Micol | 6e | 91 |

COURS DE BASE AVANCES

(L'étudiant choisit deux ou trois cours annuels dans le groupe "cours de base avancés")

| | | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| Physique des matériaux I, II | Baluc/Bonneville/ Carrard | 7e, 8e | 92 |
| Physique du solide avancée I, II | Quattropani | 7e, 8e | 93, 94 |
| Méthodes expérimentales en physique I, II | Châtelain A./ Buffat/Ganière | 7e, 8e | 95 |
| *Physique statistique avancée I, II | Barès | 7e, 8e | 96, 97 |
| *Mécanique quantique avancée I, II | Macris, Martin Ph. | 7e, 8e | 98, 99 |
| *Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + | Reuse | 7e | 100 |
| *Optique quantique | Schwendimann | 8e | 101 |
| *Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + | Reuse | 7e | 100 |
| *Electrodynamique quantique | Reuse | 8e | 102 |

* = cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels

COURS DE SPECIALITES

| | | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------|----|-----|
| Microscopie électronique + | Martin J.L./Buffat | 7e | 103 |
| Caractérisation des microstructures | Buffat/Stadelmann | 8e | 104 |
| Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés | Gremaud | 8e | 105 |

| <i>Titre du cours</i> | <i>Enseignant(s)</i> | <i>Semestre(s)</i> | <i>Page(s)</i> |
|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| Dispositifs électroniques à semiconducteurs + | Ilegems | 7e | 106 |
| Dispositifs optiques à semiconducteurs | Ilegems | 8e | 107 |
| Génie médical I, II | Meister | 7e, 8e | 108, 109 |
| Physique des plasmas II, III | Appert, Lister | 7e, 8e | 110, 111 |
| Chap. ch. d'optique moderne I, II | Reinhart | 7e, 8e | 112, 113 |
| Physique des neutrons | Chawla | 7e | 114 |
| Aspects physiques de la production d'énergie | Chawla/Haldi P.A. | 8e | 115 |
| Simulation numérique de systèmes physiques | Baldereschi | 7e, 8e | 116, 117 |
| Chap. ch. en physique de la matière condensée I, II | vacat, Ansermet | 7e, 8e | 118, 119 |
| Relativité et cosmologie I, II | Gruber | 7e, 8e | 120 |
| Physique des surfaces, interfaces et clusters I, II | Kern/Monot/ Schneider | 7e, 8e | 121 122 |
| Sciences du vivant I, II | Vogel, Thoumine | 7e, 8e | 123, 124 |
| Phénomènes non linéaires et chaos | Kunz | 7e, 8e | 125, 126 |
| Physique théorique avancée I, II | Erdös, vacat | 7e, 8e | 127, 128 |
| Astronomie et astrophysique III, IV | Hauck | 7e, 8e | 129 |
| Modèles et réactions nucléaires I, II | vacat, Bay | 7e, 8e | 130 |
| Particules élémentaires I, II | Bay | 7e, 8e | 131 |
| Accélération des particules et optique des faisceaux | Perroud | 7e | 132 |
| Détection de particules ionisantes | Tran M.T. | 8e | 133 |
| Chap. choisis de physique théorique I, II | Erdoes, vacat | 7e, 8e | 134, 135 |
| Champs quantiques relativistes | Loeffel | 7e, 8e | 136 |

| <i>Titre du cours</i> | <i>Enseignant(s)</i> | <i>Semestre(s)</i> |
|-----------------------|----------------------|--------------------|
|-----------------------|----------------------|--------------------|

COURS DE 3ème CYCLE EN PHYSIQUE

| | | |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Imperfections de la matière condensée | Nabarro F.R./ Kleman M./ Stadelmann P./ Martin J.L./ Bonneville J. | Hiver 97/98 |
| Propriétés électroniques des supraconducteurs | D'Anna G. | Hiver 97/98 |
| L'eau : propriétés physiques et implications pour la nature | Brüesch P. | Eté 1998 |
| Systèmes chaotiques et complexes | Kunz H. | Eté 1998 |
| Introduction au rayonnement synchrotron et à ses techniques | Margaritondo G. | Eté 1998 |

Le programme détaillé est à disposition au secrétariat du DP.

et autres cours agréés par le Département de Physique

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

| <i>Nom de l'enseignant</i> | <i>Page(s)</i> |
|----------------------------|----------------|
| Ansermet Jean-Philippe | 119 |
| Appert Kurt | 110 |
| Baldereschi Alfonso | 67, 116, 117 |
| Baluc Nadine | 92 |
| Barès Pierre-Antoine | 96, 97 |
| Bassand Michel | 69 |
| Bay Aurelio | 130, 131 |
| Benoit Willy | 48, 49 |
| Boéchat Jacques | 43, 44 |
| Bonneville Joël | 92 |
| Boulier Pascal | 90 |
| Buffat Philippe | 95, 103, 104 |
| Buser Peter | 47 |
| Carrard Michel | 92 |
| Châtelain André | 60, 61, 95 |
| Chatterji Srishi-D. | 56, 57 |
| Chawla Rakesh | 114, 115 |
| Deville Michel | 84 |
| Dimitropoulos Constantin | 85 |
| Dunand Marcel | 70 |
| Erdös Paul | 127, 134 |
| Friedli Claude | 52 |
| Ganière Jean-Daniel | 95 |
| Gaxer Walter | 70, 71 |
| Gennart Benoît | 45 |
| Germanier Yves | 71 |
| Gerstener Wulfram | 83 |
| Gremaud Gérard | 51, 68, 105 |
| Grinevald Jacques | 55 |
| Gruber Christian | 72, 73, 120 |
| Haldi Pierre-André | 115 |
| Haldy Jacques | 53, 54 |
| Harbich Wolfgang | 122 |
| Hauck Bernard | 129 |
| Ilegems Marc | 106, 107 |
| Joseph Claude | 81, 82 |

| <i>Nom de l'enseignant</i> | <i>Page(s)</i> |
|----------------------------|----------------|
| Kapon Eli | 80 |
| Kern Klaus | 121 |
| Kunz Hervé | 125, 126 |
| Lister Jonhattan | 111 |
| Loeffel Jean-Jacques | 136 |
| Macris Nicolas | 98 |
| Martin Jean-Luc | 50, 62, 103 |
| Martin Philippe | 78, 99 |
| Meister Jean-Jacques | 108, 109 |
| Micol Jean | 91 |
| Mlynek Daniel | 65, 66 |
| Monkewitz Peter | 84 |
| Monot René | 121 |
| Patthey François | 76 |
| Perroud Jean-Pierre | 132 |
| Pfister Charles-Ed. | 58, 59 |
| Quattropani Antonio | 64, 74, 93, 94 |
| Raffournier Bernard | 88, 89 |
| Randin Henri | 86 |
| Rappaz Jacques | 46 |
| Reinhart Franz-Karl | 112, 113 |
| Reuse François | 100, 102 |
| Sanjines Rosendo | 87 |
| Savoie Jean | 87 |
| Schaller Robert | |
| Schneider Wolf-Dieter | 77, 121 |
| Schwarzenbach Dieter | 62 |
| Schwendimann Paolo | 101 |
| Stadelmann Pierre | 104 |
| Tarradellas Joseph | 69 |
| Thalmann Philippe | 69 |
| Thoumine Olivier | 124 |
| Tran Minh Tam | 133 |
| Troyon Francis | 79 |
| Vogel Horst | 123 |
| Wohlhauser Alfred | 41, 42 |
| Zuppiroli Libéro | 75 |
| Zwahlen Bruno | 39, 40 |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Titre : ANALYSE I | | | | | |
| Enseignant: B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 112 |
| MATHEMATIQUES..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| SSC..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 4 |
| MATH., PHYS. FACULTE . | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle. BIBLIOGRAPHIE: Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983 et 1987. LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | FORME DU CONTROLE: 1. EXERCICES A RENDRE 2. UN TRAVAIL ECRIT |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|

| | | | | | |
|---------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Titre : ANALYSE II | | | | | |
| Enseignant: B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 112 Par semaine: |
| MATHEMATIQUES..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 4 |
| SSC..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| MATH., PHYS. FACULTE. | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

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.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle. BIBLIOGRAPHIE: Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985 et 1988 LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Préalable requis: Analyse I, Algèbre linéaire I. Préparation pour: | FORME DU CONTROLE: 1. Exercices à rendre 2. 2 travaux écrits |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Titre : ANALYSIS I IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE I EN ALLEMAND | | | | | |
| Enseignant: A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 112</i> |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| MA, INF..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours 4</i> |
| GC, GR, GM | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices 4 ou 2</i> |
| EL, MT, MX, SSC..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

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

- Stetigkeit und Grenzwerte von Funktionen
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung einer reellen Variablen
- Integration
- Unendliche Reihen
- Der Taylorsche Satz und Potenzreihen
- Differentialrechnung mehrerer reeller Variablen

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen. Cours, exercices en petits groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f/. | FORME DU CONTROLE: Tests Travaux écrits |
| BIBLIOGRAPHIE: Wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Sera communiquée au cours. | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Basisvorlesung/Cours de base <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Titre : ANALYSIS II IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE II EN ALLEMAND | | | | | |
| Enseignant: | A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 112 |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MA, INF..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| GC, GR, GM | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 4 ou 2 |
| EL, MT, MX, SSC..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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

- Integralrechnung mehrerer reeller Variablen
- Vektorfelder
- Differentialgleichungen 1-ter Ordnung
- Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten
- Lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen. Cours, exercices en petits groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f). | FORME DU CONTROLE: Tests Travaux écrits |
| BIBLIOGRAPHIE: Wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Sera communiquée au cours. | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Basisvorlesung/Cours de base <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : ALGEBRE LINEAIRE I | | | | | |
| Enseignant: | J. BOECHAT, Professeur UNIL | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| MATHEMATIQUES..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| PHYSIQUE FACULTE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Présentation rigoureuse et aussi complète que possible des principales notions de base de l'algèbre linéaire.

CONTENU

- Groupes, anneaux, corps :

Rappel des définitions, permutations, nombres complexes.

- Espaces vectoriels :

Sous-espaces, sommes directes, applications linéaires, bases, dimension, dualité, algèbres, polynômes, matrices, déterminants, équivalence des matrices, systèmes d'équations linéaires.

- Structure des endomorphismes linéaires :

Similitude des matrices, valeurs propres, vecteurs propres, polynôme caractéristique, polynôme minimal, théorème de Cayley-Hamilton, diagonalisation, triangularisation, sous-espaces primaires, sous-espaces cycliques, réduites de Jordan.

| | |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Examen oral dans le cadre du 1er propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: | |
| Préparation pour: | Algèbre linéaire II |

| | | | | | |
|-----------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : ALGEBRE LINEAIRE II | | | | | |
| Enseignant: J. BOECHAT, Professeur UNIL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 Par semaine: |
| MATHEMATIQUES..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| PHYSIQUE FACULTE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

- Formes bilinéaires et sesquilinearaires: Formes quadratiques, formes hermitiennes, orthogonalisation, théorème de Sylvester, formes définies.
- Espaces unitaires: Inégalités de Cauchy-Schwarz, orthonormalisation de Gram-Schmidt; matrices hermitiennes, orthogonales, unitaires.

| | |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Examen oral dans le cadre du 1er propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: Algèbre linéaire I | |
| Préparation pour: | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : PROGRAMMATION | | | | | |
| Enseignant: B. GENNART, Chargé de cours EPFL/DI | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 1 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 1 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même de :

- Utiliser un système informatique pour la mise au point de programmes.
- Coder une solution informatique en PASCAL.
- Comprendre et utiliser des algorithmes et modules existants.

CONTENU

Le cours est basé sur Pascal qui est un des langages le mieux adapté à l'enseignement de la programmation. Bien qu'il soit simple, ce langage possède les caractéristiques qu'on retrouve dans tous les langages généraux modernes : structuration des instructions et des données et variables dynamiques.

Ce cours vise à faire comprendre ce qu'est le concept de "programmation" et comment on passe d'une idée à un programme qui la réalise. Il est destiné à ceux qui ne sauraient pas encore programmer. Il comporte deux examens intermédiaires et un examen final.

Chaque séance comporte une heure de cours pour introduire les nouveaux concepts nécessaires à la réalisation d'un ou plusieurs programmes, et trois heures de travaux pratiques pour réaliser ces programmes. Le professeur et les assistants sont disponibles lors des travaux pratiques pour répondre aux questions.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Une heure de cours, suivie de trois heures de travaux pratiques | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Deux examens intermédiaires |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | Un examen final |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | Expérimentation numérique |

| | | | | | |
|--------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : ANALYSE NUMERIQUE | | | | | |
| Enseignant: J. RAPPAZ, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| INFORMATIQUE..... | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| SSC..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 1 |
| PHYSIQUE FACULTE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à résoudre numériquement divers problèmes mathématiques susceptibles de se poser aux ingénieurs.

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

Discrétisation par différences finies. Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires.

Équations et systèmes d'équations non linéaires. Équations et systèmes différentiels.

Problèmes de valeurs propres. Problèmes de moindres carrés.

Différences finies. Éléments finis pour l'approximation de problèmes elliptiques, paraboliques et hyperboliques.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié : Analyse numérique (Notes de cours : Leçons 1 - 13) | Examen écrit au Propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse. Algèbre linéaire. Programmation | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : GEOMETRIE II | | | | | |
| Enseignant: P. BUSER, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 70</i> |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| MATHEMATIQUES..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> 3 |
| MATHEMATIQUES UNIL.. | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> 2 |
| PHYSIQUE UNIL | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Interprétation géométrique du calcul différentiel.

Initiation à la géométrie différentielle.

CONTENU

- Courbes paramétriques
- Surfaces paramétriques
- Le tenseur métrique
- Géodésiques
- Courbures de Gauss
- Transformation de Lorentz et géométrie non-euclidienne (éventuellement)

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Mathématiques : Examen oral |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Algèbre linéaire, Analyse | Physique : Examen écrit |
| <i>Préalable requis:</i> Algèbre linéaire I, Analyse I | Mathématiques UNIL : Ex. oral |
| <i>Préparation pour:</i> | Physique UNIL : Continu |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : MECANIQUE GENERALE I | | | | | |
| Enseignant: W. BENOIT, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| MATHEMATIQUES | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel. Il sera capable d'analyser l'évolution de systèmes matériels et de trouver les forces responsables du mouvement.

CONTENU

Introduction à la physique générale

Espace de configuration

Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseur; centre de masse.

Cinématique

Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et accélérations.

Dynamique

Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

Gravitation universelle

Équivalence masse d'inertie et masse gravifique; champ gravifique; lois de Képler.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Mécanique Générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation au niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique générale II, Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : MECANIQUE GENERALE II | | | | | |
| Enseignant: W. BENOIT, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MATHEMATIQUES..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois de la dynamique des systèmes matériels; il sera capable de les appliquer à l'étude de l'équilibre et du mouvement, de solides et de systèmes de points matériels.

CONTENU

Systèmes à 1 degré de liberté

Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.

Dynamique du solide

Tenseur d'inertie; mouvement du solide; gyroscope; chocs et percussions.

Eléments de statique

Conditions d'équilibre, forces de réaction et tensions; position d'équilibre.

Changement de référentiel et relativité restreinte

Principe de la relativité de Galilée; forces d'inertie et de Coriolis. Théorie relativiste: expériences fondamentales; transformations de Lorentz et conséquences.

Mécanique Lagrangienne (Introduction)

Équations de d'Alembert, de Lagrange et d'Hamilton pour les systèmes holonomes.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Mécanique Générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices | 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: | Mécanique générale I, Analyse I |
| Préparation pour: | Physique générale, Mécanique appliquée. Mécanique analytique, Résistance des matériaux |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GENERALE I | | | | | |
| Enseignant: J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| PHYSIQUE | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Etre capable d'utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

- Physique des corps déformables : la phénoménologie en général, les systèmes élastiques et visqueux newtoniens en particulier; les notions de contraintes et de déformations en général (esquisse de description tensorielle), les systèmes isotropes en particulier.
- Physique des fluides : hydrostatique, hydrodynamique du fluide parfait (équations d'Euler et de Bernouilli), applications; description générale de l'écoulement d'un fluide, équation de Navier Stokes, applications; le nombre de Reynold (introduction à la similitude); les tourbillons libres; les écoulements supersoniques.
- Phénomène de propagation ondulatoire, en particulier les ondes acoustiques et élastiques en relation avec ce qui précède : célérité, impédance, énergie; effet Doppler; perception du son.

| | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, démonstrations | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié et exercices, ouvrages conseillés | Examen oral au Propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique Générale II et III | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : INTRODUCTION A LA METROLOGIE | | | | | |
| Enseignant: G. GREMAUD, R. SCHALLER, Chargés de cours EPFL/DP | | | | | |
| <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> |
| | | <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> 3 |

OBJECTIFS

Familiariser les étudiants ingénieurs 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 numériques

IV Systèmes optiques

- Réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple
- Systèmes optiques simples

V Circuits électriques et électroniques

- Équations des circuits électriques
- Réponses des dipôles et quadripôles
- Circuits électroniques analogiques et numériques

VI Technique du vide et cryogénie

- Divers types de pompes à vide
- Jauge 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

VII Thermique et régulation

- Sonde de température
- Régulation de température PID
- Four réglé

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: 1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 10 à 12 étudiants autour d'un montage expérimental

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Préparation pour: Travaux pratiques de physique

FORME DU CONTROLE:

Contrôle continu et examen en fin de semestre

| | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : CHIMIE APPLIQUEE | | | | | |
| Enseignant: | C. FRIEDLI, Professeur titulaire EPFL/DC | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

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.
- Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.

CONTENU

- Liaisons chimiques :**
Structure atomique, tableau périodique, nature des liaisons chimiques.
- Réactions chimiques :**
Stoechiométrie, classification des réactions.
- Équilibre chimique :**
Fonctions thermodynamiques, notion d'entropie, constante d'équilibre, loi de Le Chatelier (action de masse), oxydo-réduction.
- Cinétique chimique :**
Vitesse de réaction, énergétique, éléments de catalyse et de photochimie.
- Eau et solutions :**
Propriétés générales des solvants et solutions, concentration et activité, acide-base, solution tampon, produit de solubilité.
- Électrochimie :**
Électrode et interface, transport du courant en solution, potentiels normaux, piles, loi de Nernst, corrosion.
- Éléments de chimie organique :**
Caractéristiques des grandes familles de composés organiques, provenance, polymères.
- Éléments de chimie des surfaces :**
Tension superficielle, tension interfaciale, physisorption et chimisorption.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations pratiques, exercices en salle | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Livre PPUR et polycopié | Continu + examen écrit |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: | Maturité fédérale |
| Préparation pour: | Cours nécessitant des connaissances de base en chimie |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : DROIT I (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE-STS) | | | | | |
| Enseignant: J. HALDY, Professeur UNIL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 |
| PHYSIQUE | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

* à choix avec Histoire de la technique

OBJECTIFS

Après une brève introduction générale et un panorama des principaux domaines du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions et notions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure : la responsabilité civile, les contrats, les assurances, la propriété industrielle (les brevets), notamment. L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Introduction générale au droit :

Fonction et notion du droit; les sources du droit; les divisions du droit.

2. Notions de droit civil et de droit des obligations :

Droit civil: le droit des personnes, le droit de la famille, le droit successoral, les droits réels.

Droit des obligations: généralités, la responsabilité civile, étude de quelques contrats; vente, bail, travail, entreprise, mandat.

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages juridiques indiqués durant le cours. | Examen écrit |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> Droit II | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : DROIT II (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE-STS) | | | | | |
| Enseignant: J. HALDY, Professeur UNIL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 |
| PHYSIQUE | 2 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

* à choix avec Histoire de la technique

OBJECTIFS

Après une brève introduction générale et un panorama des principaux domaines du droit privé, l'enseignant entend présenter les principales institutions et notions juridiques pouvant intéresser un ingénieur, tant dans sa formation intellectuelle qu'en vue de son activité professionnelle ultérieure : la responsabilité civile, les contrats, les assurances, la propriété industrielle (les brevets), notamment. L'étudiant pourra se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

- 1 . Le droit des poursuites**
- 2 . La propriété industrielle:** Les marques et raisons de commerce; les brevets d'invention; les dessins et modèles industriels.
- 3 . Le droit de la concurrence déloyale.**
- 4 . Notions du droit des assurances.**
- 5 . Notions de droit administratif.**

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages juridiques indiqués durant le cours. | Examen écrit |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Droit I | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Titre : HISTOIRE DE LA TECHNIQUE (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE -STS) | | | | | |
| Enseignant: J. GRINEVALD, Chargé de cours EPFL/DMT | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28/28 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Cours 1 / 1 |
| PHYSIQUE | 2 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Exercices 1 / 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

* à choix avec Droit I + Droit II

OBJECTIFS

Sensibilisation aux aspects socio-culturels et écologiques de la technique. Introduction à la dimension historique de la problématique S.T.S., y compris les grandes étapes du développement scientifique et technologique de la civilisation occidentale dans son contexte mondial.

CONTENU

1 . Débat Homme - Nature

Histoire et anthropologie des sciences et des techniques.

2 . Les racines historiques de la révolution industrielle

La technologie médiévale de l'Europe chrétienne. Les artistes-ingénieurs de la Renaissance. La science des ingénieurs et la raison d'Etat. L'architecture hydraulique des Lumières. La machine à vapeur entre la philosophie naturelle et l'ingénierie. Carnot et la révolution thermo-industrielle.

3 . Évolution de la technique, énergétique et problématique de l'évolution.

4 . De l'écologie globale de la Biosphère à l'écologie industrielle.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés, lectures et débats | FORME DU CONTROLE: Examen écrit |
| BIBLIOGRAPHIE: Cardwell D. (1994), <i>The Fontana History of Technology</i> , 565 p. et Documents distribués par l'enseignant | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Titre : ANALYSE III | | | | | |
| Enseignant: S. D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 3 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 70</i> <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE FACULTE | 3 | <input checked="" 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

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 : théorèmes de Gauss et Stokes.
- Éléments d'analyse complexe : théorème de Cauchy et ses applications.

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Cours d'Analyse vols. 1 et 2 PPUR. | Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I et II. | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : ANALYSE IV | | | | | |
| Enseignant: S. D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA | | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTE | 4 | <input checked="" 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

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

- Introduction aux équations différentielles ordinaires.
- Analyse hilbertienne: séries de Fourier.
- Introduction aux équations aux dérivées partielles.

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Cours polycopié. | Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I et II. | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE | | | | | |
| Enseignant: C.E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 3 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBJECTIFS

Le cours sert à présenter de façon élémentaire certains chapitres de mathématiques qui sont importants pour la mécanique quantique.

CONTENU

- I. Equations différentielles linéaires du 2e ordre. Théorème fondamental avec conditions de bord. Fonction de Green. Problème de Sturm-Liouville.
- II. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert. Base, projecteur orthogonaux, somme directe.
- III. Espace L^2 , transformée de Fourier.

| | |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en classe | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours | Exercices hebdomadaires en classe. |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse et algèbre 1ère année | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE | | | | | |
| Enseignant: C.E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| PHYSIQUE | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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.

CONTENU

Epreuve, événement, probabilité.

Modèle de Kolmogorov.

Probabilité conditionnelle.

Variable aléatoire.

Lois classiques.

Famille de variables aléatoires.

Indépendance.

Lois des grands nombres.

Théorème de la limite centrale.

Méthodes des moindres carrés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle

BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Méthodes mathématiques de la physique

Préparation pour:

FORME DU CONTROLE:

Exercices hebdomadaires

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GENERALE II | | | | | |
| Enseignant: A. CHÂTELAIN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU (SUITE DE PHYSIQUE GENERALE I)

Thermodynamique

- Systèmes thermodynamiques, variables macroscopiques, équation d'état
Equilibre thermique, la température, principe zéro.
- Les 1er et 2e principes; travail, chaleur, énergie, entropie, réversibilité; applications aux cycles (Cassot); rendement d'une machine.
- Reformulation de la thermodynamique, équation de Gibbs, entière et Gibbs-Duhem. Les potentiels.
- Systèmes composés de phases. Description d'équilibre (Clapeyron)
- Introduction à la thermodynamique statistique (Boltzmann).
- Les processus irréversibles : conduction de chaleur d'électricité, diffusion matérielle, les phénomènes croisés. Introduction au formalisme approprié (courants et force généralisés).

Introduction à la mécanique quantique et à la physique atomique

Limites de la physique classique : rayonnement du corps noir, effet photoélectrique, effet Compton, expérience de Franck et Hertz, la spectroscopie. Dualité onde-corpuscule : photon, principe d'incertitude, relation de Brogli, électron, fonction d'onde et de densité de probabilité de présence. Fonction d'onde et équation de Schrödinger; résolution de modèles à une dimension. Puits de potentiel infini et fini et barrières de potentiel à une dimension, effet tunnel. Oscillateur harmonique. Atome d'hydrogène.

Les statistiques quantiques de Fermi-Dirac et de Bose Einstein avec applications.

| | |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | Examen oral Propédeutique II |
| Préalable requis: Mathématiques, Physique et Mécanique 1ère année | Contrôle continu durant le semestre avec bonus |
| Préparation pour: Physique Générale III | |

| | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : | PHYSIQUE GENERALE III | | | | |
| Enseignant: | A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <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</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 et les lois qui les régissent. Être capable d'utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

Relativité spéciale

- L'expérience de Michelson-Moreley
- Le principe de relativité, l'intensité, les transformations de Lorentz
- Quelques conséquences dans l'espace - temps
- Eléments de dynamique relativiste; le quadrivecteur impulsion - énergie
- Quelques éléments de cosmologie

Électrodynamique

- Electronique : les lois fondamentales, les champs, le potentiel électrique, équation de Laplace
- Les conducteurs et les systèmes de conducteur
- Magnétostatique : les lois fondamentales, les champs, le potentiel vecteur, la loi de Biot Savart
- Champs électrique et magnétique dans la matière (dia, para, ferro)
- Champs électromagnétique dépendant du temps. Force électromotrice, loi d'induction. Equation de Maxwell
- Energie du champ électromagnétique vecteur de Poynting
- Les ondes électromagnétiques
- Quelques éléments de la théorie des potentiels (quadrivecteur potentiel vecteur - potentiel scalaires) et du rayonnement
- La supraconductivité

Autres chapitres

- La radioactivité
- Les milieux ionisés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

BIBLIOGRAPHIE:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Mathématiques, Physique et Mécanique des semestres 1, 2 et 3

Préparation pour: 2e cycle

FORME DU CONTROLE:

Examen écrit Propédeutique II

Examen oral Propédeutique II

Contrôle continu durant le semestre avec bonus

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : STRUCTURE DE LA MATIERE CONDENSEE | | | | | |
| Enseignant: J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP/ D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| PHYSIQUE FACULTE | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de défaut dans la matière ordonnée. Exposer les symétries du solide cristallin et interpréter les diffractogrammes de rayons X et d'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 apériodique, quasicristal. Ordre partiel : cristal liquide, défauts cristallins.

Cristallographie géométrique

Introduction historique et mathématique. Système de coordonnées obliques, métrique, indices de Miller. Réseau cristallin, réseau réciproque.

Symétrie

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels, classes de Bravais, systèmes de Bravais et systèmes cristallins.

Diffraction des rayons X et des électrons

Diffraction, problème des phases. Équations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure.

Défauts structuraux (solides, cristaux liquides, polymères) et surfaces

Géométrie des défauts. Méthodes de caractérisation. Lien entre défauts et propriétés macroscopiques des matériaux (propriétés mécaniques ...). Structure des surfaces et caractérisation (ondes acoustiques).

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Livre "Cristallographie", D. Schwarzenbach, PPUR, 1993 et ouvrages indiqués au cours | Examen oral |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | Physique des matériaux solides, Physique des matériaux, Microscopie électronique, Caractérisation des microstructures, Dispositifs électroniques à semi-conducteurs. |

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : | MECANIQUE ANALYTIQUE | | | | |
| Enseignant: | vacat | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTE | 3 | <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

Initiation des étudiants aux méthodes de la mécanique analytique.

Fournir les bases nécessaires à l'étude de la mécanique statistique et de la physique quantique.

CONTENU

1. Les bases de la mécanique non-relativiste

Équations du mouvement. Les systèmes mécaniques comme systèmes dynamiques : existence, unicité et stabilité des mouvements.

2. Formalisme lagrangien

Principe de Hamilton et équations d'Euler-Lagrange. Symétries. Systèmes avec liaisons holonômes et non-holonômes, principe de d'Alembert. Systèmes lagrangiens définis sur des variétés différentielles.

3. Formalisme de Hamilton

Équations canoniques du mouvement. Structure symplectique des systèmes hamiltoniens. Petites oscillations et résonances paramétriques. Transformations canoniques et équations de Hamilton-Jacobi.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle.

FORME DU CONTROLE:

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié du cours.

Examen écrit Propédeutique II

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.

Préparation pour: Mécanique statistique, physique quantique.

| | | | | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I (nouveau régime) | | | | | |
| Enseignant: | A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS

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

CONTENU

Introduction aux idées fondamentales de la mécanique quantique.

Structure mathématique : états, observables.

Postulats de la mécanique quantique.

Description de l'état à un instant donné et évolution temporelle.

Systèmes à une dimension : potentiels constants par morceau, oscillateur harmonique, oscillateur harmonique en présence d'un champ électrique.

Etude du moment cinétique.

Théorie des perturbations stationnaires.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, les exercices sont commencés en classe. | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Mécanique Quantique" Basdevant (Ecole Polytechnique, Ellipses). | Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique et mathématique du premier cycle. | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, physique nucléaire. | |

| | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : | ELECTRONIQUE I | | | | |
| Enseignant: | D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE | | | | |
| <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</i> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique 2</i> |

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, l'étudiant a la possibilité de passer en revue les principes de base de l'électronique. Il sera sensibilisé à la méthodologie de conception des systèmes, aux influences extérieures et aux limites des montages électroniques.

Le premier semestre est consacré aux notions de base : électronique et éléments à semiconducteurs. Par des exercices simples, des travaux pratiques et des démonstrations à but pédagogique, l'étudiant suivra un cheminement logique dans la compréhension des éléments électroniques de base.

CONTENU

Electrotechnique :

Maxwell et Kirchhoff

Effets capacitif, inductif et résistif

Analogie mécanique

Symboles et utilisation du domaine des nombres complexes

Dipôle, association de dipôles, théorèmes linéaires

Analyse de systèmes linéaires :

Analyse des système

Analyse fréquentielle et temporelle. Laplace, Fourier

Etude de circuits RC, RL, RLC.

Diodes et transistors :

Semi-conducteurs et jonction PN

Transistor bipolaire

Transistor MOS

Projets d'électronique (en groupes)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours, exercices, travaux de laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Métrologie, Physique

Préalable requis: Introduction à la métrologie (Tomes I et II)

Préparation pour: Electronique II, travaux pratiques de physique

FORME DU CONTROLE:

Ecrit
Présentation des projets

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : ELECTRONIQUE II | | | | | |
| Enseignant: D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| PHYSIQUE | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique 2 |

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, on offre la possibilité à des étudiants ingénieurs physiciens de s'introduire à l'électronique. Cette offre est soutenue par : des séances de cours / exercices, des travaux pratiques de laboratoire ainsi qu'un polycopié d'introduction à l'électronique pour physiciens.

Le second semestre est consacré à des notions de base : amplificateurs opérationnels, systèmes logiques, convertisseurs a / n et n / a, utilisation d'un logiciel de conception.

CONTENU

- **Amplificateur :**
Formalisme des quadripôles. Amplificateur différentiel. Amplificateur opérationnel.
- **Convertisseurs AN et NA :**
Éléments de systèmes logiques. Familles technologiques. Interfaces analogique / numérique et numérique / analogique.
Notion d'architecture de microprocesseurs.
- **Réalisation d'un projet en groupes**
- **Utilisation d'un logiciel de description des schémas et de simulation.**

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours, exercices, travaux de laboratoire | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | Ecrit Présentation des projets |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Métrologie, Physique | |
| <i>Préalable requis:</i> Introduction à la métrologie (Tome I et II), Electronique I | |
| <i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques de physique | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE I | | | | | |
| Enseignant: A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 |
| PHYSIQUE | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique 1 |

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même d'étudier les phénomènes physiques en utilisant un système informatique.

L'étudiant apprendra à :

- Programmer une solution informatique d'un système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au système donné pour en obtenir les propriétés physiques
- Calculer les paramètres physiques d'un système avec une erreur inférieure à un écart donné.

CONTENU

Introduction aux stations et au système d'exploitation UNIX.

Introduction au langage FORTRAN 90.

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.

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions initiales et conditions aux bords

Analyse de Fourier.

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

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines. | FORME DU CONTRÔLE: Epreuve pratique à la fin du semestre |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées. | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique générale I et II, Physique générale I, Analyse numérique, Programmation. | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE | | | | | |
| Enseignant: G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56/56 |
| PHYSIQUE | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique 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.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4h. par semaine | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notices polycopiées | Contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: Introduction à la métrologie | |
| Préparation pour: | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Titre : INTRODUCTION AUX SCIENCES HUMAINES (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE -STS) | | | | | |
| Enseignant: M. BASSAND, Ph. THALMAN Professeurs EPFL/DA J. TARRADELLAS, Professeur titulaire EPFL/DGR | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 28/28</i> |
| PHYSIQUE | 3 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> 1 / 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> 1 / 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

* à choix avec Exposés scientifiques I, II

OBJECTIFS

Par une introduction à l'économie, à la sociologie et à l'écologie, l'objectif principal de cet enseignement consiste à familiariser l'étudiant à la problématique du développement durable, stratégie incontournable des sociétés contemporaines. L'ingénieur, tant par les études d'impact et d'aménagements régionaux que les exécutions d'ouvrages est confronté au développement durable. Le bassin lémanique servira de cadre à l'enseignement.

CONTENU

1. INTRODUCTION

2. SOCIOLOGIE

- La méthode sociologique
- La structuration sociale et ses acteurs
 - Rôle du phénomène urbain dans la dynamique sociale
 - La métropole lémanique
- Conclusion

3. ÉCONOMIE

- Les concepts de base
- Croissance, développement et pauvreté
- Croissance avec ressources épuisables
- Instruments de mise en oeuvre
- Coordination internationale

4. ÉCOLOGIE

- Équilibres naturels, macroécologie, circulation de la matière et de l'énergie dans la biosphère
- Dynamique des populations, facteurs écologiques et coactions
- Changements globaux et locaux et développement durable

5. CONCLUSION

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra + débats,

FORME DU CONTROLE: Continu

BIBLIOGRAPHIE: Sera distribuée au début du cours

Continu

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Néant

Préparation pour: Néant

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : EXPOSES SCIENTIFIQUES I | | | | | |
| Enseignant: W. GAXER, M. DUNAND, Chargés de cours EPFL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 Par semaine: |
| PHYSIQUE | 3 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

* à choix avec Introduction aux sciences humaines

OBJECTIFS

La communication orale et visuelle :

- Savoir développer un style de communication actif
- Renforcer les capacités d'analyse du message à présenter
- Apprendre les bases d'une technique de présentation utilisable immédiatement
- Capter l'attention du public par une animation adéquate
- S'affirmer avec succès face à un public difficile

CONTENU

1ère partie :

Concevoir le support visuel de l'exposé

La puissance d'une présentation claire

La construction du message

L'importance d'une structure performante

La technique du "Storyboard"

L'impact des graphiques

Les techniques d'exposé oral

2ème partie :<

Savoir exposer face à un public

La maîtrise du trac et du stress

L'influence de la communication non-verbale

L'attitude synergique de la communication

L'argumentation performante

Le développement d'un style personnel

L'éthique du bon communicateur

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés des enseignants, échanges d'expériences, présentations d'exposés, enregistrements magnétoscopés commentés en plenum | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Interrogations périodiques, évaluation des exposés |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : EXPOSES SCIENTIFIQUES II | | | | | |
| Enseignant: W. GAXER, Y. GERMANIER, Chargés de cours EPFL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 |
| PHYSIQUE | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> * | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

* à choix avec Introduction aux sciences humaines

OBJECTIFS

La communication écrite :

- S'organiser pour savoir rédiger rapidement
- S'entraîner à utiliser les meilleures procédures d'écriture
- Devenir un auteur actif et efficace dans le cadre scientifique
- Développer un style adéquat à partir du vocabulaire et de la syntaxe

CONTENU

La prise de notes

Le journal de travail

La note de synthèse

Le rapport technique ou scientifique

L'article scientifique ou journalistique

Chaque type de texte est abordé du point de vue de sa structure et des procédures d'écriture qui permettent une rédaction rapide.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés des enseignants, échanges d'expériences en petits groupes | FORME DU CONTROLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: | Interrogations périodiques, évaluation des textes produits |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE STATISTIQUE I | | <i>Title:</i> | STATISTICAL PHYSICS I | | |
| <i>Enseignant :</i> | C. GRUBER, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 5 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 5 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> | |

OBJECTIFS

Développer les concepts de la thermocinétique pour arriver aux équations d'évolution et à la thermostatique.

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

OBJECTIVE

To derive from the basic principle of thermodynamics the time evolution of macroscopic systems and the postulate of thermostatics.

To introduce the students to the ideas of ergodic theory and the basis of classical statistical mechanics.

CONTENU

Thermodynamique :

Principes fondamentaux; étude des systèmes discrets et illustration : évolution temporelle, équilibre, conditions de stabilité; étude des systèmes continus : fluides à plusieurs composantes, évolution, équilibre, stabilité.

Thermostatique : postulats et conditions d'équilibre; équations d'états; potentiels thermodynamiques; transitions de phase.

Physique statistique classique :

Introduction à la théorie ergodique; équations de Liouville; ensemble microcanonique; entropie de Boltzmann et de Gibbs.

CONTENT

Thermodynamics :

Fundamental principles; discrete systems and examples : time evolution, equilibrium, stability conditions; continuous systems : fluids with chemical reactions, evolution, equilibrium and stability.

Thermostatics : postulates and equilibrium conditions; state functions; thermodynamic potentials; phase transitions.

Classical statistical physics :

Introduction to ergodic theory; Liouville's equation; microcanonical ensemble; Boltzman's entropy; Gibbs entropy.

| | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en salle. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: Livres de référence et polycopié | SESSION D'EXAMEN Printemps |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique et thermodynamique | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique Statistique II | |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE STATISTIQUE II | | <i>Title:</i> | STATISTICAL PHYSICS II | | |
| <i>Enseignant :</i> | C. GRUBER, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> | |
| PHYSIQUE | 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 6 | <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

Illustrer les applications de la mécanique statistique classique.

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

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

Physique statistique classique (suite) :

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

Physique statistique quantique :

Matrices de densité; ensembles microcanonique, canonique, grand canonique; gaz parfaits de fermions; gaz parfaits de bosons; condensation de Bose-Einstein.

CONTENT

Classical statistical physics :

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

Quantum statistical physics :

Density matrices; microcanonical, canonical and grand canonical ensemble; ideal Fermi gas; ideal Bose gas; Bose-Einstein condensation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en salle

BIBLIOGRAPHIE: Livres de référence et polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique statistique I, Physique quantique I

Préparation pour: Cours à option en physique de la matière condensée

NOMBRE DE CRÉDITS 4

SESSION D'EXAMEN Eté

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE QUANTIQUE I (ancien régime) | | <i>Title:</i> | QUANTUM MECHANICS I (old regime) | |
| <i>Enseignant :</i> | A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 5 | <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

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

OBJECTIVE

Introduction to the concepts, the methods and consequences of quantum mechanics.

CONTENU

Introduction aux idées fondamentales de la mécanique quantique.

CONTENT

Introduction to the fundamental ideas of quantum mechanics.

Structure mathématique : états, observables.

Mathematical structure : states, observables

Postulats de la mécanique quantique.

The postulates of quantum mechanics.

Description de l'état à un instant donné et évolution temporelle.

The states and their time evolution.

Systèmes à une dimension : potentiels constants par morceau, oscillateur harmonique, oscillateur harmonique en présence d'un champ électrique.

One dimensional systems; the square well potential, the linear harmonic oscillator.

Etude du moment cinétique.

The angular momentum.

Théorie des perturbations stationnaires.

Stationary perturbation theory.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, les exercices sont commencés en classe. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Mécanique Quantique" Basdevant (Ecole Polytechnique, Ellipses). | SESSION D'EXAMEN Printemps |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique et mathématique du premier cycle. | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, physique nucléaire | |

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE QUANTIQUE II (ancien régime) | | <i>Title:</i> | QUANTUM MECHANICS II (old regime) | |
| <i>Enseignant :</i> | L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| PHYSIQUE | 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 6 | <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

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

OBJECTIVE

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

CONTENU

La propagation d'un électron sur une chaîne linéaire d'atomes couplés.

Théorie des perturbations dépendantes du temps.

Exemples de transitions optiques et règles de sélection pour les moments dipolaires.

Du moment cinétique orbital au spin.

Indiscernabilité et principe de Pauli.

De la résonance à l'échange; étude du modèle de Hubbard d'un dimère.

CONTENT

Electron propagation on a linear chain of coupled atoms.

Time dependent perturbation theory.

Optical transitions and selection rules for the dipolar moment.

From the orbital kinetic moment to the spin.

Indiscernability and Pauli principle.

From resonance to exchange; the Hubbard model of a dimer.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices préparés en classe. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Mécanique Quantique" Basdevant (Ecole Polytechnique, Ellipses). | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique quantique I | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, physique nucléaire | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES I | | | | <i>Title:</i> | SOLID STATE PHYSICS I | |
| <i>Enseignant :</i> | F. PATTHEY, Maître Enseignement et Recherche/UNIL | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 5 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> | | |

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

La liaison cristalline : cristaux de gaz rares, cristaux ioniques, cristaux covalents, cristaux métalliques.

Structure cristalline : réseaux périodiques d'atomes, diffraction cristalline et réseau réciproque.

La dynamique du réseau et propriétés thermiques: vibrations des réseaux, quantification des ondes élastiques:phonons, chaleur spécifique du réseau, conductivité thermique du réseau.

Le gaz d'électrons libre de Fermi : état fondamental du gaz électronique, propriétés thermiques, chaleur spécifique, la théorie de Sommerfeld, émission thermionique, photoémission.

Phénomènes de transport : modèle de Drude, l'effet Hall, conductibilité électrique dc, conductibilité électrique ac, conductivité thermique.

CONTENT

Crystal binding: crystals of inert gases, ionic crystals, covalent crystals, metal crystals.

Crystal structure: periodic arrays of atoms, crystal diffraction and the reciprocal lattice.

Lattice dynamics and thermal properties: lattice vibrations and phonons, specific heat, thermal conductivity.

Free electron Fermi gas: ground state properties, thermal properties, heat capacity, Fermi-Dirac distribution, Sommerfeld model, thermionic emission, photoemission.

Transport properties: Drude model, Hall effect, electrical conductivity, thermal conductivity of metals

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées <ul style="list-style-type: none">• C. Kittel, Physique de l'état solide, Dunod, Paris• N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976• B.K. Tanner : Introduction to the Physics of electrons in solids, Cambridge, U.P., Ed. 1995• H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991 | SESSION D'EXAMEN Printemps |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | Physique du solide avancée I, II |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES II | | <i>Title:</i> | SOLID STATE PHYSICS II | | |
| <i>Enseignant :</i> | W.D. SCHNEIDER, Professeur/UNIL | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 6 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales:</i> 56 <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> | |

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

Bandes d'énergies dans les solides: théorème de Bloch, l'électron faiblement couplé au réseau, l'approximation des liaisons fortes, zones de Brillouin.

CONTENT

Energy bands in solids: Bloch functions, nearly free electron model, tight-binding approximation for electrons in metals, Brillouin zones.

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 composantes électroniques à puit quantique.

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.

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

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

Propriétés magnétiques des solides: dia et paramagnétisme, ferromagnétisme, le modèle de Heisenberg, théorie des champs moyens, critère de Stoner pour les systèmes fortement couplés.

Magnetism: diamagnetism and paramagnetism, ferromagnetism, Heisenberg model, mean field theory, strongly correlated systems and the Stoner criterium

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polyycopiées <ul style="list-style-type: none">• C. Kittel, Physique de l'état solide, Dunod Paris• N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976• B.K. Tanner : Intr. to the Physics of electrons in solids, Cambridge, U.P., Ed. 1995• H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991 | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | Physique du solide avancée I, II |

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Titre :</i> | ÉLECTRODYNAMIQUE | | <i>Title:</i> | ELECTRODYNAMICS | |
| <i>Enseignant :</i> | Ph. MARTIN, Professeur titulaire DP/EPFL | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 5 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

L'électrodynamique de Maxwell est une profonde synthèse de divers domaines de la physique classique : électricité, magnétisme, lumière, relativité restreinte. Le cours s'attachera à faire comprendre comment la diversité de ces phénomènes s'organise en une théorie unifiée du champ et à fournir les outils conceptuels et analytiques nécessaires à son étude.

CONTENU

I Electrodynamic des particules chargées dans le vide

A Les lois fondamentales

- Champs statiques : lois de Coulomb et d'Ampère, potentiels, champs multipolaires.
- Champs lentement variables : loi de l'induction.
- Champs rapidement variables : équations de Maxwell dans le vide, transformations de jauge, symétrie et lois de conservation, champs libres.

B Théorie du rayonnement

- Fonctions de Green et potentiels retardés.
- Emission dipolaire.
- Champ d'une charge en mouvement, potentiels de Lienard et Wiechert.
- Radiation des particules relativistes.

C Relativité restreinte

- Transformation de Lorentz, forme relativiste des équations de Maxwell.
- Dynamique relativiste des champs et des particules.
- Les limites de l'électrodynamique classique.

II Electrodynamic macroscopique

A Dérivation des équations de Maxwell dans la matière

- Polarisation : diélectriques, conducteurs.

B Propagation des ondes dans la matière polarisable

- Ondes dans un milieu diélectrique : fonction diélectrique.
- Optique ondulatoire : réflexion, réfraction.
- Ondes dans un milieu dispersif, relations de Kramers-Kronig.

OBJECTIVE

Maxwell's electrodynamics is a deep synthesis of different branches of classical physics : electricity, magnetism, light, special relativity. The course shows how the variety of phenomena can be coherently described by a unified field theory, and provides the necessary conceptual and analytical tools.

CONTENT

I Electrodynamics of charged particles in vacuum

A Fundamental laws

- Static fields, laws of Coulomb and Ampère, potentials, multipoles.
- Slowly variable fields : law of induction.
- Rapidly variable fields : Maxwell equations in vacuum, gauge transformations, symmetries and conservation laws, free fields.

B Theory of radiation

- Green's functions and retarded potentials
- Dipolar radiation.
- Field of moving charges, potentials of Lienard and Wiechert.
- Radiation of relativistic particles.

C Special relativity

- Lorentz transformations, covariant form of Maxwell equations.
- Relativistic dynamics of fields and particles.
- Limits of classical electrodynamics.

II Macroscopic electrodynamics

A Derivation of Maxwell equations in a material medium

- Polarisation : dielectrics, conductors.

B Wave propagation in polarizable matter

- Waves in dielectrics : dielectric function.
- Wave optics : reflection, refraction.
- Waves in dispersive media, Kramers-Kronig relations.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Physique générale, mécanique et mathématiques

Préparation pour:

Phys. des plasmas, optique et physique théorique.

NOMBRE DE CRÉDITS 4

SESSION D'EXAMEN Printemps

FORME DU CONTRÔLE:

Examen oral

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE DES PLASMAS I | | | | <i>Title:</i> | PLASMA PHYSICS I | |
| <i>Enseignant :</i> | F. TROYON, Professeur EPFL/CRPP | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 6 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <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 deux approches couramment utilisées pour modéliser son comportement. La relation entre la physique des plasmas et la réalisation d'un réacteur de fusion thermonucléaire est présentée et illustrée par des exemples.

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 two approaches commonly used to describe its behaviour. The relation between plasma physics and the realisation of a thermonuclear reactor is presented and illustrated with examples.

CONTENU

I. L'état plasma de la matière

- Ecranage de Debye
- Le plasma parfait
- Collisions et coefficients de transport
- Rayonnement
- La fusion thermonucléaire et les plasmas

II. Description fluide du plasma

- Plasma non-magnétisé
- Les ondes plasma et ion-acoustique
- Plasma magnétisé
- Confinement magnétique
- Réalisations pratiques (Tokamak, ...)
- Les ondes d'Alfvén et magnetosonique

III. Description microscopique du plasma

- Mouvement des particules dans un fort champ magnétique
- Lien entre le confinement fluide et particulaire
- Effet miroir
- Ondes dans un plasma froid
- Principes des principales techniques de chauffage d'un plasma

CONTENT

I. The plasma state

- Debye screening
- The ideal plasma
- Collisions and transport coefficients
- Radiation
- Thermonuclear fusion research and plasma physics

II. Fluid description of a plasma

- The unmagnetised plasma
- The plasma and ion-acoustic waves
- The magnetised plasma
- Magnetic confinement
- Practical implementations (Tokamak, ...)
- The Alfvén and magnetosonic waves

III. Microscopic description of a magnetised plasma

- The motion of charged particles in a strong magnetic field
- From fluid confinement to particles confinement.
- The mirror effect
- Waves in a cold plasma
- Principles of the main plasma heating techniques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

NOMBRE DE CRÉDITS 4

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, références à la littérature

SESSION D'EXAMEN Eté

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Préalable requis:

Cours d'Electrodynamique du 5e semestre

Préparation pour:

Physique des plasmas II et III

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | OPTIQUE | | <i>Title:</i> | OPTICS | | |
| <i>Enseignant :</i> | E. KAPON, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 6 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> | |

OBJECTIFS

OBJECTIVE

Acquérir des connaissances de base en optique.

Acquiring basic notions of physical optics.

CONTENU

CONTENT

1. Introduction :

Rappel de l'électrodynamique, ondes électromagnétiques, polarisation, réflexion et réfraction.

1. Introduction:

Review of electrodynamics, electromagnetic waves, polarisation, reflection and refraction.

2. Propagation de la lumière :

Interférences et diffraction, faisceaux Gaussiens, absorption et dispersion, guides d'ondes.

2. Propagation of light:

Interference and diffraction, Gaussian beams, absorption and dispersion, waveguides.

3. Génération de la lumière :

Transitions optiques dans les atomes, émission spontanée et stimulée, relations d'Einstein, cohérence du rayonnement, propriétés statistiques de la lumière.

3. Generation of light:

Optical transitions in atoms, spontaneous and stimulated emission, Einstein's relations, coherence, statistical properties of light.

4. Lasers :

Amplification de la lumière, systèmes à trois et quatre niveaux, saturation du gain, résonateurs optiques, propriétés du rayonnement laser.

4. Lasers:

Optical amplification, three- and four-level systems, gain saturation, optical resonators, properties of laser radiation.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices pendant le cours. | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: B.E.A. Saleh and M.C. Teich, Fundamentals of Photonics | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de physique générale et électrodynamique | |
| <i>Préparation pour:</i> Cours d'optique moderne, d'optique quantique et d'électrodynamique quantique | |

| | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Titre : | PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE I | | Title: | NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I | |
| Enseignant : | C. JOSEPH, Professeur UNIL | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 42</i> |
| PHYSIQUE | 5 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 5 | <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 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

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 relativiste.

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 Tcherenkov, détection des photons et des neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

Accélérateurs de particules : accélérateur linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, cyclotron isochrone, 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 Feynmann. Chromodynamique quantique, les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton τ . Interaction faible et les bosons vectoriel intermédiaires.

OBJECTIVE

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

CONTENT

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

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

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

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

Particle physics: Pion and Muon, discoveries and properties. Positron, particle and antiparticle.

Neutrino, Pauli hypothesis and observation.

The neutral pion.

Strange particles: Kaon and Lambda.

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

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

τ lepton. Weak interaction and intermediate vector bosons.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique générale.

Préparation pour: Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

NOMBRE DE CRÉDITS 4

SESSION D'EXAMEN Printemps

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE II | | <i>Title:</i> | NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS II | |
| <i>Enseignant :</i> | C. JOSEPH, Professeur UNIL | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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> 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Introduction générale à la physique nucléaire. Des états liés à la diffusion.

OBJECTIVE

General information to nuclear physics. From bound states to scattering states.

CONTENU

Introduction :

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.

Interactions directes.

CONTENT

Introduction:

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.

Direct interactions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique générale

Préparation pour: Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

NOMBRE DE CRÉDITS 4

SESSION D'EXAMEN Eté

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : | RÉSEAUX DES NEURONES | | Title: | NEURAL NETWORKS | |
| Enseignant : | W. GERSTNER, Professeur assistant EPFL/DI | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| PHYSIQUE | 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</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

Les réseaux de neurones sont un domaine fascinant où des physiciens, des biologistes, et des informaticiens étudient le traitement de l'information au cerveau. Dans ce cours, les modèles mathématiques de réseaux de neurones biologiques sont présentés et analysés.

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.

CONTENU

Le premier chapitre porte sur les mémoires associatives (Hopfield model), construits par un réseau de neurones formels. Ensuite, des modèles de neurones plus détaillés sont introduits. Finalement, nous analyserons des états collectifs dans un réseau de neurones à impulsion (oscillations collectives et activité non synchronisées).

CONTENT

The course starts with formal models of associative memory, in particular the Hopfield model. More detailed description of biological neurons will be discussed in the second part of the course. Finally, collective states in a network of spiking neurons will be analyzed, in particular, coherent oscillations and asynchronous states. The relevance of the models for biological information processing will be discussed.

| | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Lectures et exercices | NOMBRE DE CRÉDITS 4 |
| BIBLIOGRAPHIE: | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : | HYDRODYNAMIQUE | | Title: | HYDRODYNAMICS | |
| Enseignant : | M. DEVILLE, P.A. MONKEWITZ, Professeurs EPFL/DGM | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 6 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 56 Par semaine: Cours 2 Exercices 2 Pratique |

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Revue des équations Navier-Stokes**

Avec discussion de modèles de fluides (Newtonien en particulier). Cinématique et représentations Lagrangiennes et Euleriennes du champ d'écoulement

- **Ecoulements rotationnels**

L'évolution de la vorticité et 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'un cylindre et dans une cellule "Hele-Shaw".

- **Ecoulements à nombre de Reynolds modéré**

Couches limites et interfaces. Le paradoxe de d'Alembert. Limitations de l'approximation de la couche limite : séparation et non-uniformités à courte échelle.

- **Instabilités hydrodynamiques**

Convection thermique selon Rayleigh-Bénard, écoulement de Taylor-Couette.

- **Turbulence**

La description statistique et les équations moyennées de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope: cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

OBJECTIVE

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

CONTENT

- **Navier-Stokes equations**

Fluid models (in particular, Newtonian). Kinematics and Lagrangian-Eulerian description of the flow

- **Rotational flow**

Dynamical equations for vorticity and circulation. Production and dynamics of vorticity.

- **Small Reynolds number-flows**

Stokes model limitations. Keeping flow around a cylinder and Hele-Shaw cell.

- **Moderate Reynolds number flows**

Boundary layers d'Alembert paradox.

- **Hydrodynamic instabilities**

Rayleigh-Bénard thermal convection. Taylor-Couette flow.

- **Turbulence**

Statistical description and Reynolds averaged equations. Homogeneous and isotropic turbulence: energy cascade and Kolmogorov theory.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

BIBLIOGRAPHIE:

Hydrodynamique Physique, E. Guyon, J.P. Hulin & L. Petit, Editions du CNRS 1991
Physical Fluid Dynamics, D.J. Tritton, Van Nostrand 1979
Hydrodynamic Stability, P.G. Drazin & W.H. Reid, Cambridge Univ. Press 1985
 Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 4

SESSION D'EXAMEN Eté

FORME DU CONTRÔLE: Orale

| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Titre : | TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCÉS | | Title: | ADVANCED LABORATORY SESSIONS | |
| Enseignant : | C. DIMITROPOULOS, Chargé de cours EPFL/DP | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 112/112 |
| | 5 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE | 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique 8 / 8 |

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 nucléaire et des particules élémentaires. Néanmoins, deux manipulations sont consacrées à quelques aspects de réacteurs nucléaires et la détection des radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les domaines de recherche des instituts du Département de Physique.

CONTENT

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

In addition, a number of the proposed experiments are in the domain of research of the different institutes of the Department of Physics.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 8 h. hebdomadairement. | NOMBRE DE CRÉDITS 7 / 7 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées, bibliothèque. | SESSION D'EXAMEN |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: |
| <i>Préalable requis:</i> TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale. | Rapports écrits et exposés oraux |
| <i>Préparation pour:</i> TP IV et diplôme pratique d'ingénieur physicien | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--|
| Titre : | ATELIER MÉCANIQUE | | | | Title: | LABORATORY WORKSHOP | |
| Enseignant : | H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn. EPFL/DP | | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 5 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 14 Par semaine: <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 1 | | |

OBJECTIFS

Acquérir des notions pratiques d'atelier de mécanique, d'électronique et de soufflage de verre

OBJECTIVE

To get some basic notions as it concerns machining, practical electronics and glass-blowing for laboratory activities.

CONTENU

Travaux à l'étau, tournage, fraisage, perçage.
Réalisation d'une pièce mécanique.
Réalisation et test d'un circuit imprimé.
Soufflage de verre

CONTENT

Bend-vice practice, turning, milling, drilling.
Realization of a small mechanical component.
Realization and test of an electronic circuit.
Glass-blowing.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: 2 séances de 4 h. atelier mécanique et/ou 2 séances de 4h d'atelier d'électronique et/ou 1 séance de 4 h. de travail du verre | NOMBRE DE CRÉDITS Aucun |
| BIBLIOGRAPHIE: Aucune | SESSION D'EXAMEN - |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: - |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Travaux de laboratoire | |

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-------|
| Titre : | TECHNIQUES DE LABORATOIRE | | Title: | TECHNICAL DESING | | |
| Enseignant : | R. SANJINES, Chargé de cours, J. SAVOIE, Collab. technique, EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 28/28</i> | |
| PHYSIQUE | 5 | X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> | |
| PHYSIQUE | 6 | X | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | 2 / 2 |

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de lire un dessin technique et de préciser un projet de construction à l'aide de dessins et de schémas techniques. Pour ce faire, il doit acquérir les connaissances de base de la conception et réalisation d'appareillages et d'installations de laboratoire, assimiler les principes de base du dessin technique et du dessin assisté par ordinateur (DAO), et avoir une vue d'ensemble des principaux matériaux de construction.

CONTENU

1. Notions de dessin technique

Introduction aux normes techniques VSM-ISO
Règles du dessin technique
Dessin de détail et d'ensemble
Initiation au dessin assisté par ordinateur (DAO)

2. Schémas

Représentations symboliques
Schémas électriques, exemples
Schémas d'une installation à vide

3. Matériaux de construction

Aciers, métaux, céramiques et matières plastiques
Propriétés mécaniques, thermiques et électriques

4. Projets de construction

Conception et réalisation d'un projet d'une installation de mesure

OBJECTIVE

The lectures deal with the engineering principles that should be mastered in order to carry out a technical design of mechanical structures or scientific apparatus. The aim is to provide enough information to enable the student to acquire many of the skills of the mechanical design, to make intelligent use of the services of a machine shop and to allow effective communication with technicians.

CONTENT

1. Principles of Mechanical Desing

System of units (VSM-ISO)
Basic principles of mechanical drawing
Full-dimensioned and full-size drawings
Introduction to computer-aided drawing

2. Schematic Diagrams (SD)

Graphic symbols for SD
Schematic wiring diagram in electronics
SD in Vacuum Technology

3. Materials in construction

Ferrous metals, alloys, ceramics, and plastics
Typical properties of some useful materials

4. Technical Design Project

Study of design and operation of a research apparatus

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: 1 h théorie + 3 h enseignements pratiques. Projets de construction d'une installation de mesure soumis à des groupes d'étudiants.

BIBLIOGRAPHIE: Brochure polycopiée. Documentation technique sur les matériaux, les éléments de construction, les appareils, les méthodes de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de physique générale. Travaux pratiques de physique et avec le cours d'atelier mécanique

Préalable requis:

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3
(hiver + été)

SESSION D'EXAMEN

FORME DU CONTRÔLE: Continu
Exercices et projets dirigés

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | GESTION D'ENTREPRISE I (STS) | | Title: | CORPORATE MANAGEMENT I | | |
| Enseignant : | B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-Genève | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 5 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> * | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 28 Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique | |

* à choix avec Veille technologique et propriété intellectuelle (H) et Création d'entreprise (E)

OBJECTIFS

Connaître

- les contraintes environnementales de l'entreprise
- l'organisation et les principales fonctions de l'entreprise
- les contraintes financières de l'entreprise

OBJECTIVE

To gain knowledge of :

- the firm's environmental constraints
- the firm's organisation and main divisions
- the firm's financial constraints

CONTENU

1. L'entreprise et son environnement

- L'environnement économique et social
- Le contexte juridico-institutionnel

2. Les fonctions de l'entreprise

- Les formes organisationnelles
- Eléments de stratégie d'entreprise
- Eléments de marketing

3. L'analyse financière de l'entreprise

- Les états financiers
- L'analyse de la rentabilité de l'entreprise
- L'analyse du financement

CONTENT

1. The firm and its environment

- The economical and social environment
- The legal and institutional context

2. The firm's divisions

- The organisational forms
- Principles of strategic management
- Principles of marketing

3. Financial analysis

- The financial statements
- Profitability analysis
- Financing analysis

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application. | NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver+été) |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Gestion d'entreprise"; "Le management", Michel Weill, Armand Colin | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> | Gestion d'entreprise II |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | GESTION D'ENTREPRISE II (STS) | | <i>Title:</i> | CORPORATE MANAGEMENT II | | |
| <i>Enseignant :</i> | B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-Genève | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 6 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> * <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 28</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> | |

* à choix avec Veille technologique et propriété intellectuelle (H) et Création d'entreprise (E)

OBJECTIFS

OBJECTIVE

Acquérir les connaissances nécessaires pour :

- mesurer les coûts et prix de revient
- prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissements.

To gain knowledge necessary to:

- estimate costs
- take rational capital budgeting decisions

CONTENU

CONTENT

1. Le choix des investissements

- Les mesures de rentabilité d'un projet
- La prise en compte du risque

1. Capital budgeting

- Estimating profitability of a project
- Taking into account risk

2. Le calcul des coûts et prix de revient

- Les bases du calcul des coûts
- Les méthodes de calcul

2. Cost accounting

- Bases of cost estimation
- Methods for cost estimation

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec de nombreux exercices d'application.

NOMBRE DE CRÉDITS 3
(hiver+été)

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Gestion d'entreprise";
"Le management", Michel Weill, Armand Colin

SESSION D'EXAMEN Eté

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit

Préalable requis:

Gestion d'entreprise I

Préparation pour:

| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : | VEILLE TECHNOLOGIQUE (STS) | | Title: | TECHNICAL SURVEY | |
| Enseignant : | P. BOULIER, Chargé de cours EPFL/DE | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 5 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> * | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 28 Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique |

* à choix avec Gestion d'entreprise I

OBJECTIFS

Ce cours s'adresse à de futurs ingénieurs à culture prépondérante technologique. Il vise :

- à les sensibiliser sur les possibilités de protection des créations et inventions, et à déclencher chez eux un réflexe de précaution et/ou de protection pour exploiter leurs découvertes ou innovations,
- à développer une stratégie en matière de gestion du "capital-connaissance" et des "informations sensibles" dans l'entreprise (savoir-faire, secrets de fabrique, créations, innovations).

CONTENU

Analyse des trois concepts suivants :

- l'innovation ou la démarche créative,
- l'accès à l'information et protection des éléments de savoirs "capital" ou "patrimoine" valorisable économiquement
- l'exploitation des idées, savoirs, créations intellectuelles ou propriétés immatérielles.

Etude des schémas d'informations, de raisonnements, les mécanismes intellectuels aboutissant à innover. Identification des éléments de création et typologie des idées, concepts, procédés, innovations et inventions.

Définition du "capital-connaissance", véritable "patrimoine immatériel" et sensibilisation sur la gestion rationnelle des informations et connaissances (base de connaissances, veille technico-économique, prospective)

Stratégie partenariale : conditions de partage ou de transmission des sciences, du savoir et du savoir-faire, accords de coopération (conventions de coopération ou d'alliance, méthodologie partenariale, communication de savoir-faire, contrat de licence, transfert de technologie).

OBJECTIVE

Dedicated to technical engineers, this course intends :

- to make them sensitive to develop and protect brainchilds, discoveries or innovations for exploiting patentable ideas, industrial works ...
- to create, to develop or propose a strategy for managing data mining and specific information as piece of the intellectual capital of an industrial or trade company to improve its competitiveness.

CONTENT

Analyze of three major concepts :

- innovation on brainchild process,
- how to obtain relevant and strategic information, as part of economical patrimony,
- how to exploit brainchild, skill, intellectual knowledge or intellectual property.

What is patentable or protectable. How to protect and add value to trademarks, industrial design on

Information process to develop innovation. Identification of the items that implement brainchilds : ideas, concepts, innovations and inventions. Overview on intellectual property.

A specific asset to improve know-how and skills : the intellectual capital. The best way to manage and enhance data mining (technical and economical data survey, prospective). Partnership strategy to transfer or spare sciences, know-how. Contracts based on this background (co-operation agreements, partnership, licence agreement, technology transfer).

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: ex cathedra avec exemples d'application | NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver+été) |
| BIBLIOGRAPHIE: Trame de cours, articles, tirés à part, bibliographie, documents émis par les organismes officiels de protection (OFPI, OEB, OMPI) | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: continu |
| <i>Préalable requis:</i> Aucune compétence préalable spécifique n'est nécessaire, sinon une formation généraliste de base | |
| <i>Préparation pour:</i> L'enseignement dispensé vise à développer un réflexe de précaution et de protection des savoirs de l'ingénieur. Il vise en outre à le sensibiliser sur les méthodes d'investigation et d'accès à l'information pertinente et fiable | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | CRÉATION D'ENTREPRISE (STS) | | Title: | ENTREPRENEURSHIP | | |
| Enseignant : | J. MICOL, Chargé de cours EPFL/CMT | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 6 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> * <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 28 Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique | |

* à choix avec Gestion d'entreprise II

OBJECTIFS

Démystifier auprès des futurs ingénieurs la création d'entreprise et leur procurer une aptitude visant à les rendre à même de créer leur propre entreprise. Il s'agit notamment de les rendre susceptibles :

- d'identifier le potentiel de leur idée (ou d'une idée)
- d'évaluer la faisabilité de l'idée
- d'entreprendre la création

OBJECTIVE

To density to future engineers the creation of new entreprise and to provide them with an aptitude, which would enable them to create their own entreprise. It aims to help them:

- d'identifier le potentiel de leur idée (ou d'une idée)
- d'évaluer la faisabilité de l'idée
- d'entreprendre la création

CONTENU

- De la découverte scientifique à l'identification technologie pour satisfaire des besoins
- De la technologie à la réalisation d'un produit selon les besoins du marché
- Marché potentiel et concurrence
- Faisabilité et approche technico-commerciale, évaluation des ressources nécessaires
- Élaboration d'un business plan et gestion du projet d'innovation
- Choix du type d'organisation et de société
- Cash et venture capital
- Démarches nécessaires

CONTENT

- From scientific discovery to technological know-how for satisfying needs
- From technology to realization of products meeting market needs
- Market potential and competition
- Feasibility and technological/market strategy, evaluation of required resources
- Developing a business plan and managing an innovation project
- Organization design and incorporation
- Cash and venture capital
- Necessary procedures

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Etude de quelques cas pratiques avec discussion et participation d'intervenants extérieurs (Banque, fiduciaire, notaire, entrepreneur) | NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver+été) |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes et documents | SESSION D'EXAMEN Eté |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Veille technologique et propriété intellectuelle, gestion d'entreprise | FORME DU CONTRÔLE: Continu |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Projet STS, diplôme et insertion dans le monde des entreprises | |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|--------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE DES MATERIAUX I, II | | | <i>Title:</i> | THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I, II | |
| <i>Enseignant :</i> | N. BALUC, J. BONNEVILLE, M. CARRARD, Chargés de cours EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56/56</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</i> | 2 / 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> | 2 / 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | |

OBJECTIFS

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels (par opposition aux cristaux parfaits). Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

OBJECTIVE

Structural studies and mechanical properties of real solids (i.e. non-perfect crystals). Defects and more generally atomic and molecular disorder have a great influence on the behaviour of materials.

CONTENU

1. Les défauts dans les cristaux

- Défauts ponctuels et diffusion.
- Dislocations et disinclinaisons.
- Mâcles et fautes d'empilement.

2. Verres et polymères : du solide amorphe au désordre structural à plusieurs échelles

- La topologie du désordre et ses méthodes de caractérisation.
- Les propriétés caractéristiques des matériaux fortement désordonnés.

3. Déformation plastique et rupture des métaux et alliages

- Déformation plastique et propagation des dislocations.
- Rupture et propagation fragile ou ductile des fissures.

CONTENT

1. Defects in crystals

- Point defects and diffusion
- Dislocations and disclinations.
- Twins and stacking faults.

2. Glasses and polymers : from the amorphous solid to the structural disorder at several scales

- Topology and characterization of disorder
- Typical properties of highly disordered materials

3. Plastic deformation and fracture of metals and alloys

- Plastic deformation and dislocation kinetics
- Fracture, crack propagation (brittle / ductile)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE: J.P. Hirth and J. Lothe, Theory of Dislocations, John Wiley & Sons (1982), ou Krieger publ. company (1992) / R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 7

SESSION D'EXAMEN Automne

**FORME DU
CONTRÔLE:**

Examen
oral

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE I | | <i>Title:</i> | ADVANCED SOLID STATE PHYSICS I | |
| <i>Enseignant :</i> | A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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 2</i> |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Présentation des propriétés électroniques et phononiques des métaux, isolants et semiconducteurs sous les aspects à une et plusieurs particules.

OBJECTIVE

Presentation of the electronic properties of metals and semiconductors and insulators in the framework of one- and many body approach.

CONTENU

Bandes d'énergie : Approximation de la liaison forte. Méthode k.p. Exemples

Perturbations extérieures : Approximation de la masse effective. Approximation de Koster-Slater. Exemples

Spectroscopie du solide : Transitions interbande, points critiques, photoémission.

Systèmes à N-corps dans l'approximation du champ moyen : Approximation Hartree-Fock. Jellium.

Approximation adiabatique : Approximation de la densité locale.

Méthode de Wigner-Seitz et cohésion des solides.

CONTENT

Energy bands : the tight binding approximation. The k.p. method. Illustrations.

External perturbation : The effective mass equation. The Koster-Slater approximation. Illustrations.

Spectroscopy of solids : Interband transition. Critical points. Photoemission.

The meanfield approximation for many body systems : Hartree-Fock approximation. Jellium.

The Adiabatical approximation : The local density approximation.

The Wigner-Seitz approach and the cohesion of solids.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: N.W. Ashcroft + N.D. Mermin Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique de 3e année et Physique des matériaux solides de 3e année | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE II | | Title: ADVANCED SOLID STATE PHYSICS II | | | |
| Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Application des théories présentées au semestre d'hiver à la supraconductivité et au magnétisme.

OBJECTIVE

Application of the methods and results discussed during the winter term to the magnetism and the superconductivity.

CONTENU

Fonction de réponse des solides : Fonctions diélectriques statiques et dynamiques. Relations de Kramers-Kronig. Exemples.

Résonances : Couplage d'un état discret avec un continuum. Forme de raie de Beutler-Fano. Autoionisation. Effets Auger.

Magnétisme : Echange direct et indirect, super-échange. Ordre magnétique. Modèle de spins localisés (Weiss). Modèle de Heisenberg. Ondes de spin.

Supraconductivité : Phénoménologie de la supraconductivité. Approche de London. Théorie de Ginzburg-Landau.

CONTENT

The response function of solids : the static and dynamic dielectric function. The Kramers-Kronig relations. Illustrations.

Resonances : Coupling of a discrete state with a continuum. The Beutler-Fano line shape. Autoionization. Auger effect.

Magnetism : Direct, indirect and super exchange. Magnetic order. The localized spin model (Weiss). The Heisenberg model. Spinwaves.

Superconductivity : The phenomenology of the superconductivity. The London equations. The Ginzburg-Landau equations.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: EEx cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: N.W. Ashcroft + N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| Préalable requis: Physique du solide avancée I (7e semestre). | |
| Préparation pour: | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
| Titre : | MÉTHODES EXPÉRIMENTALES EN PHYSIQUE I, II | | Title: | EXPERIMENTAL METHODS IN PHYSICS I, II | |
| Enseignant : | A. CHÂTELAIN, Professeur EPFL/DP, P. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME & J.D. GANIÈRE, Chargé de cours EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56/56 |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 / 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 / 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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 ?, mises en oeuvre ?, etc.

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.
- **Les techniques de résonance** : RPE, RFM, RMN, RQN
- **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, optique, à effet tunnel, ...
- **Le traitement du signal** : le bruit, les amplificateurs lock-in, le comptage de photon, les box cars.
- **Les méthodes de caractérisations structurales** : RX, diffraction des électrons, des neutrons, ...
- **La cristallogénèse** : croissance de mono cristaux, de couches minces,..... Elaboration de colloïdes, polymères,

OBJECTIVE

Understand experimental methods used presently in research and developpement in physics. Develop the capability to understand enough in other fields in order to start collaborations; what can be gained using such or such experimental technics ? nature of the samples ? sensibility, limitations, how to work it out....

CONTENT

- **Acoustic and Elasticity:** production and detection of acoustic waves, elements of technical acoustics.
- **Electricity :** field measurements, properties of materials (para, dia and ferro).
- **Magnetism:** field measurements,, properties of materials (para, dia and ferro). Production of fields (split coils, ...)
- **Thermal:** measurement and regulation of temperature, cryostat.
- **Resonance measurements:** RPE, RFM, RMN, RQN
- **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:** electronics, optics, scanning tunnelling, ...
- **Signal treatment:** noise, lock-in amplifiers, photon counting, box cars.
- **Structural characterisations:** RX, neutron and electron diffraction, ...
- **Crystal growth:** growth of monocrystal , epitaxial layers,.... Elaboration of colloids, polymers,

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés ex cathedra et lectures et discussions de travaux de recherche récents.

NOMBRE DE CRÉDITS 7

BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés du cours et de certains travaux de recherche récents.

SESSION D'EXAMEN Automne

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Préalable requis: Cours de base des années précédentes

Préparation pour: Activité professionnelle

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE I | | <i>Title:</i> | ADVANCED STATISTICAL PHYSICS I | |
| <i>Enseignant :</i> | P.A. BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> |

OBJECTIFS

Introduction à la théorie des systèmes hors équilibre. Phénomènes stochastiques, relaxation et fluctuations au cours du temps, corrélation temporelle et réponse linéaire.

GOALS

Introduction to the theory of systems out of equilibrium. Stochastic phenomena, relaxation and fluctuations, temporal correlations and linear response.

CONTENU

- Mouvement Brownien
- Processus stochastiques
- Processus de Markov
- Equations de Fokker-Planck et de Langevin
- Equations différentielles stochastiques et calcul d'Ito
- Equations maîtresses
- Comportement stochastique des systèmes quantiques.

Applications à des problèmes de physique (diffusion, hors équilibre), de chimie, biologie et finance.

CONTENTS

- Brownian motion
- Stochastic processes
- Markovian processes
- Fokker-Planck and Langevin equations
- Stochastic differential equations and Ito's calculus
- Master equations
- Stochastic behaviour of quantum systems.

The theory will be applied to problems in physics (diffusion, out of equilibrium), in chemistry, in biology and in finance.

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | Eléments de théorie des probabilités et de mécanique statistique. |
| <i>Préparation pour:</i> | Orientation interdisciplinaires; physique de la matière condensée; physique théorique |

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II | | <i>Title:</i> | ADVANCED STATISTICAL PHYSICS II | |
| <i>Enseignant :</i> | P.A. BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 8 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Les changements de phases et les phénomènes critiques associés constituent un des phénomènes les plus courants de la matière condensée et jouent un rôle important dans d'autres domaines de la physique, tels que la théorie des champs, etc... Le but de ce cours est de familiariser l'étudiant avec les théories phénoménologiques et microscopiques des transitions de phases.

OBJECTIVE

The phase transitions and critical phenomena are ubiquitous in condensed matter and play an important role in other fields such as field theory, etc... The aim of the course is to familiarise the student with phenomenological as well as microscopic theories of phase transitions.

CONTENU

- Exemples de changements de phases et phénomènes critiques : magnétisme, cristallisation, alliages, polymères dilués, percolation, superfluidité.
- Notion de paramètres d'ordre, symétrie brisée et ordre à grande distance.
- Modèles d'Ising, d'Heisenberg, X-Y, ...
- Théorie du champ moyen et théorie de Ginzburg-Landau.
- Exposants critiques; résultats expérimentaux.
- Lois d'échelles et groupe de renormalisation.
- Introduction à la théorie d'invariance conforme.

CONTENT

- Examples of phase transitions and critical phenomena : magnetism, crystallization, alloys, diluted polymers, percolation, superfluidity.
- Concepts of order parameter, symmetry breaking and long range order.
- Ising, Heisenberg, X-Y models, ...
- Meanfield theory and Ginzburg-Landau theory.
- Critical exponents; experimental results.
- Scaling laws and renormalization group.
- Introduction to conformal field theory.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Un cours de physique du solide avancé | SESSION D'EXAMEN Automne |
| <i>Préalable requis:</i> Physique statistique de 3e année | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préparation pour:</i> Orientations interdisciplinaires; physique de la matière condensée; physique théorique | |

| | | | | | |
|--------------------|----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE I | | <i>Title:</i> | ADVANCED QUANTUM MECHANICS I | |
| <i>Enseignant:</i> | N. MACRIS, Chargé de cours UNIL | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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> 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Le cours permet à l'étudiant qui possède les bases de la mécanique quantique, d'être introduit à deux domaines importants : la mécanique quantique semiclassique et la théorie des collisions.

OBJECTIVE

These lectures intend to give to the student which knows the basic principles of quantum mechanics, an introduction to semi-classical quantum mechanics and scattering theory.

CONTENU

Mécanique quantique semi-classique

Lien entre mécanique quantique et mécanique classique. Règles de quantification semi-classique. Méthode WKB. Intégrale de chemin de Feynman.

Théorème adiabatique

Hamiltoniens dépendant lentement du temps. Limite adiabatique. Phase géométrique. Application.

Introduction à la théorie des collisions

Collisions en mécanique classique. Section efficace. Théorie de la diffusion quantique par un potentiel. Ondes partielles et déphasages. Résonances. Parallèle avec la diffusion d'ondes classiques.

CONTENT

Semi-classical quantum mechanics

Connection between classical and quantum mechanics. Semi-classical quantisation rules. WKB method. Feynman path integrals.

Adiabatic theorem

Slowly time dependent hamiltonians and the adiabatic theorem. Geometric phases. Applications.

Introduction to scattering theorem

Classical scattering theory. Cross-sections. Quantum scattering by a potential. Partial waves, phase shifts. Resonances. Analogy with classic waves scattering.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices

BIBLIOGRAPHIE:

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Mécanique quantique

Préparation pour: Physique matière condensée, physique théorique, chimie physique

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Titre :</i> | MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE II | | <i>Title:</i> | ADVANCED QUANTUM MECHANICS II | |
| <i>Enseignant :</i> | Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 8 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 56</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Le sujet de ce cours est la physique atomique et moléculaire. Le cours s'adresse à des étudiants qui possèdent les bases de la mécanique quantique. A l'aide de concepts tels que groupes et théorie du champ moyen, il montre comment la mécanique quantique permet de rendre compte de la structure des atomes et des molécules.

CONTENU

Classification des états atomiques

- Hamiltonien atomique
- Notions de groupes et symétries
- Représentation des rotations et permutations
- Classification des lignes spectrales
- Symétries des fonctions d'onde
- Atomes en champ extérieur

Méthodes quantitatives

- Théorie de Hartree-Fock
- Théorie de Thomas-Fermi

Molécules

- Approximation de Born-Oppenheimer
- La liaison moléculaire
- Molécules diatomiques (H_2)
- Etats vibratoires et rotationnels

OBJECITVE

The subject of this course is atomic and molecular physics. The course aims at students that already have a background in quantum mechanics. With concepts such as groups and selfconsistent theories, it shows how quantum mechanics explains the structure of atoms and molecules.

CONTENT

Classification of atomic states

- Hamiltonian of an atom
- Notions of groups and symmetries
- Representations of rotations and permutations
- Classification of spectral lines
- Symmetry of the wave functions
- Atoms in external fields

Quantitative methods

- Hartree-Fock theory
- Thomas-Fermi theory

Molecules

- Born-Oppenheimer approximation
- Molecular binding
- The diatomic molecule (H_2)
- Vibrational and rotational states

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

BIBLIOGRAPHIE:

SESSION D'EXAMEN Automne

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Préalable requis: Mécanique quantique

Préparation pour: Physique de la matière condensée, physique théorique, chimie-physique

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|---|
| Titre : | INTRODUCTION À L'ÉLECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES | | Title: | INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRODYNAMICS AND OPTICS | | |
| Enseignant : | F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 | |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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> | 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | |

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.
- Polarisations 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.

CONTENT

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-photon 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.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices pendant le cours. | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées. | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique quantique I, II. Electrodynamique. | | |
| <i>Préparation pour:</i> Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps. Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II. Théorie quantique des champs. | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | OPTIQUE QUANTIQUE | | Title: | QUANTUM OPTICS | | |
| Enseignant : | P.SCHWENDIMANN, Privat-docent | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 8 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 56 <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> | |

OBJECTIFS

Donner aux étudiants les connaissances de base concernant l'interaction entre atomes et champ de rayonnement quantifié, le laser et les propriétés statistiques du champ de rayonnement.

CONTENU

1. Interaction entre champ de rayonnement et atomes.

Transitions induites et spontanées. Dynamique de l'interaction entre champ et atome. Équations de Bloch optiques. Élargissements de raie radiatifs et nonradiatifs.

2. Émission spontanée coopérative

États coopératifs des atomes à deux niveaux. Émission superfluorescente: théorie et expériences.

3. Le Laser.

Description phénoménologique du dispositif laser: propriétés, réalisations expérimentales. Théorie quantique du laser à un seul mode. Discussion du seuil et de l'autosaturation.

4. Description statistique du champ de rayonnement.

Caractérisation de la statistique d'un champ de photons. Théorie de la détection des photons. Fonctions de corrélations du champ de rayonnement et cohérence. Photons et cohérence.

5. Statistique de l'émission, de photons

Propriétés statistiques de l'émission laser, et de l'émission superfluorescente.

6. États comprimés du champ de rayonnement.

Définition des états comprimés et leurs propriétés statistiques. Méthodes de détection des états comprimés.

OBJECTIVE

The goal of the lecture is to make the students acquainted with the basic knowledge concerning the interaction between atoms and the quantized radiation field, the laser and the statistical properties of the radiation field.

CONTENT

1. Interaction between radiation field and atoms.

Stimulated and spontaneous transitions. Dynamics of the interaction between the radiation field and an atom. The optical Bloch equations. Line shape broadening mechanisms (radiative and non-radiative)

2. Cooperative spontaneous emission.

Cooperative states of two-level atoms. Superfluorescent emission: theory and experiment.

3. The Laser

Phenomenological description of the laser: its properties and its different experimental realizations. Quantum theory of the one mode laser. Discussion of threshold and autosaturation.

4. Statistical description of the radiation field.

Characterization of the statistical properties of the radiation fields in terms of photons and of coherent states amplitudes. Quantum theory of photodetection. Correlation functions of the radiation field and coherence. Photons and coherence.

5. Statistics of photon emission.

Statistical properties of the laser emission and of the superfluorescent emission.

6. Squeezed states of the radiation field.

Definition and statistical properties of squeezed states. Detection of squeezed states.

| | |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | Intrroduction à l'électrodynamique et optique quantiques |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | | |
|--------------------|------------------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE | | <i>Title:</i> | QUANTUM ELECTRODYNAMICS | | |
| <i>Enseignant:</i> | F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> | |

PHYSIQUE

PHYSIQUE FACULTÉ

8
8*Par semaine:**Cours* 2*Exercices* 2*Pratique***OBJECTIFS**

Fournir une approche élémentaire de la théorie quantique relativiste de l'électron. Etude perturbative des processus d'interaction, les plus importants et les plus simples, entre électrons relativistes et photons. Discussion introductory sur les corrections radiatives en électrodynamique quantique.

CONTENU**Théorie quantique de Dirac de l'électron relativiste**

- Equation de Dirac pour l'électron libre. Discussion de sa covariance relativiste formelle.
- Observables du moment cinétique et de l'hélicité.
- Esquisse de la problématique reliée aux notions d'observables de position et de spin.
- Théorie des trous de Dirac et l'interprétation des solutions de l'équation de Dirac. L'anti-electron ou positron.
- Equation de Dirac avec champ électromagnétique extérieur. Invariance de jauge. Atome hydrogénocéde relativiste.
- Transformation de Foldy-Wouthuysen. Limite non-relativiste de l'équation de Dirac. Corrections relativistes en physique atomique.

Interaction entre électrons relativistes et photons

- Interaction électron-photons dans le cadre de la théorie des trous de Dirac.
- Discussion générale de l'approche perturbative au second ordre de l'interaction.
- Etude de l'effet Compton. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Annihilation d'une paire électron-positron en deux photons. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Processus en champ extérieur : "Bremsstrahlung" et création de paires électron-positron à partir d'un photon.
- Discussion introductory concernant la self-énergie de l'électron et la polarisation du vide. Moment magnétique anormal. Le "Lamb shift" de l'atome d'hydrogène.

OBJECTIVE

To provide an elementary approach of the relativistic quantum theory of the electrons. Perturbative study of the most important and simplest processes of interaction between relativistic electrons and photons. Introductory discussion concerning radiative corrections in quantum electrodynamics.

CONTENT**Dirac quantum theory of relativistic electron**

- Dirac equation for the free electron. Discussion of its formal relativistic covariance.
- Observables of the total angular momentum and the helicity.
- Outline of the issues related to the notions of position and spin observables.
- Holes theory of Dirac and interpretation of the solutions of the Dirac equation. The anti-electron or positron.
- Dirac equation with external electromagnetic field. Gauge invariance. Relativistic hydrogen-like atom.
- Foldy-Wouthuysen transformation and the non-relativistic limit of the Dirac equation. Relativistic corrections in atomic physics.

Interaction between relativistic electrons and photons

- Interaction electron-photons in the framework of the holes theory of Dirac.
- General discussion of the perturbative second order approach of the interaction.
- Study of the Compton effect. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- Annihilation of an electron-positron pair into two photons. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- External field processes: "Bremsstrahlung" and electron-positron pairs creation from one photon.
- Introductory discussion concerning the electron self-energy and the vacuum polarization. Anomalous magnetic moment. The Lamb's shift of the hydrogen atom.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices pendant le cours. | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées. | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique quantique I et II. Electrodynamique. Eléments de relativité restreinte | | |
| <i>Préparation pour:</i> Théorie quantique des champs. Physique des particules élémentaires. | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE | | Title: | ELECTRON MICROSCOPY | | |
| Enseignant : | J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, Ph. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 7 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> | |

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 À TRANSMISSION : source d'électrons. Lentilles, aberrations et pouvoir de résolution. Enregistrement photographique et caméra CCD. Les divers modes d'observation.

LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À 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, semiconducteurs, 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.

CONTENT

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).

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices et démonstrations concernant des problèmes | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages recommandés. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins. |
| <i>Préparation pour:</i> | Caractérisation des microstructures. Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes. |

| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|--|
| Titre : | CARACTÉRISATION DES MICROSTRUCTURES | | | | Title: | CHARACTERIZATION OF MICROSTRUCTURES | |
| Enseignant : | Ph. BUFFAT, P. STADELmann, Professeurs titulaires EPFL/CIME | | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 | | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours | 1 | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique | 2 | |

OBJECTIFS

Développer les principes exposés succinctement dans le cours de Microscopie Electronique pour leur application à la caractérisation de microstructures. Les mettre en pratique en utilisant les microscopes électroniques du Centre Interdépartemental de Microscopie Electronique de l'Ecole.

CONTENU**- COURS**

- La théorie cinématique de diffraction des électrons :* Cristal parfait, cristal réel. Applications à des contrastes simples : franges d'égale épaisseur, d'égale inclinaison, dislocations, précipités.
- La théorie dynamique de diffraction des électrons :* Solution de l'équation de Schrödinger dans un potentiel périodique. Ondes de Bloch. Surface de dispersion. Absorption anormale. Cristal parfait - cristal réel. Applications aux contrastes de défauts plans, dislocations, petits agrégats de défauts.
- Applications spécifiques :* méthodes d'observation en faisceaux faibles, en haute résolution (colonnes atomiques). Méthode de diffraction convergente.

- TRAVAUX PRATIQUES

Au cours de séances de 4h00, les étudiants, en petits groupes, auront à résoudre des problèmes concrets :

- avec le microscope électronique à balayage :* prise d'images avec divers modes de contraste, stéréoscopie, pratique de la microanalyse X à dispersion d'énergie.
- avec le microscope électronique à transmission :* préparation de lames minces, diagrammes de diffraction, observations de microstructures, identification de vecteurs de Burgers de dislocations.
- utilisation de programmes de simulation d'images

OBJECTIVE

Developing of the principles already seen succinctly in the electron microscopy course, towards their application to the characterization of microstructures. Putting them into practice during hands-on sessions on the microscopes of the EPFL Interdepartemental Center for Electron Microscopy.

CONTENT**- LECTURES**

- Kinematic theory of electron diffraction:* Perfect crystal, real crystal. Application to simple contrasts: thickness fringes and extinction contours, dislocations, planar faults and 2nd phases.
- Dynamic theory of electron diffraction:* Resolution of the Schrödinger equation in a periodic potential. Bloch waves. Surfaces of dispersion. Abnormal absorption. Perfect and real crystals. Application to the contrast of planar defects, dislocations and point defects aggregates.
- Special techniques:* Weak beam and high resolution (atomic columns) imaging. Convergent beam diffraction technique.

- HANDS-ON

During sessions of 4 hours the students, in small groups, will have to perform observation on real situations with:

- The scanning electron microscope:* imaging with various contrast modes, stereoscopy, energy dispersive X-ray microanalysis.
- The transmission electron microscope:* preparation of thin samples, diffraction patterns, microstructure observation, identification of Burgers dislocation vectors.
- Lattice imaging in high resolution microscopy, image simulation programs.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et travaux pratiques sur des problèmes concrets abordés dans l'Ecole | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages recommandés. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins. Microscopie électronique. | |
| <i>Préparation pour:</i> Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes. | |

| | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|--|
| <i>Titre :</i> | ANÉLASTICITÉ ET PLASTICITÉ DES MILLIEUX SOLIDES ORDONNÉS | | | | <i>Title:</i> | ANELASTICITY AND PLASTICITY OF ORDERED SOLID MEDIA | | |
| <i>Enseignant :</i> | G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 42</i> | | <i>Par semaine:</i> | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours 2</i> | | <i>Exercices 1</i> | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | |

OBJECTIFS

Caractérisation des propriétés élastiques, anélastiques et plastiques des milieux solides ordonnés et introduction à la dynamique des dislocations.

CONTENU

1. Fondements de la théorie des milieux continus
Tenseurs de distorsions topologiques, énergie de distorsion et potentiels de contrainte conjugués. Conservation de la masse, équation de Newton et équations fondamentales du milieu continu. Thermocinétique phénoménologique de l'élasticité, de l'anélasticité et de la plasticité.

2. Incompatibilités topologiques : les "charges plastiques"

Relations de compatibilité topologique. Tenseurs de densité et de flux de charges plastiques. Dislocations et disclinations macroscopiques. Analogie avec les équations de Maxwell. Quantification microscopique : les dislocations de réseau. Dynamique relativiste des dislocations, force de Peach et Koehler, tension de ligne, interaction dislocations-phonons, modèle de la corde.

3. Anélasticité et plasticité dues aux dislocations
Origine principale des comportements anélastiques et plastiques des solides ordonnés : les interactions des dislocations avec des obstacles ponctuels, linéaires ou plans, de nature intrinsèque ou extrinsèque.

4. Exemples de comportement anélastiques dus aux interactions dislocations-défauts ponctuels (DP)

Observations et méthodes expérimentales de la spectroscopie acoustique. Ingrédients théoriques de la description des interactions dislocations-DP (modèles de dislocations, mécanismes d'interaction de base, activation thermique, distributions statistiques des DP, etc). Quelques exemples de mécanismes d'interaction (traînage, désancrage catastrophique, migration par ancrage-désancrage, etc.)

OBJECTIVE

Characterisation of the elastic, anelastic and plastic properties of ordered solid media. Introduction to dislocation dynamics.

CONTENT

1. Bases of the theory of continuous media

Tensors of topological distortions, distortion energy and conjugated strain potentials. Mass conservation, Newton's equation and fundamental equations of continuous media. Phenomenological thermodynamics of elasticity, anelasticity and plasticity.

2. Topological incompatibilities : the "plastic charges"

Relations of topological compatibility. Density and flux tensors of plastic charges. Macroscopic dislocations and disclinations. Analogy with Maxwell's equations. Microscopic quantification : lattice dislocations. Relativistic dynamics of dislocations, Peach and Koehler force, line tension, dislocation-phonon interactions, string model.

3. Anelasticity and plasticity due to dislocations

Principal origin of anelastic and plastic behaviour of ordered solids : the interactions of the dislocations with punctual, linear and planar obstacles of intrinsic or extrinsic nature.

4. Examples of anelastic behaviours due to interactions between dislocations and point defects (PDs)

Observations and experimental methods of acoustic spectroscopy. Theoretical ingredients for the description of the interactions between dislocations and PDs (dislocation models, basic interaction mechanisms, thermal activation, statistical distributions of the PDs, etc). Some examples of interaction mechanisms (dragging, catastrophic breakaway, pinning-depinning migration, etc.)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique du solide

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS | | <i>Title:</i> | SEMICONDUCTOR ELECTRON DEVICES | |
| <i>Enseignant :</i> | M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <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> |
| ELECTRICITÉ | 5 | <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 la physique de fonctionnement des dispositifs semiconducteurs.

OBJECTIVE

To present the physical principles of semiconductor device operation

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

CONTENT

1. Electronic properties of silicon

- Crystal structure and energy band diagrams
- Carrier statistics in equilibrium and non-equilibrium
- Electron transnsport 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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral avec exercices.

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Introduction en Electronique et Physique du Solide.

Préparation pour: Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | DISPOSITIFS OPTIQUES À SEMICONDUCTEURS | | Title: | SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES | | |
| Enseignant : | M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 8 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique | |

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.

CONTENT

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.

| | |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral avec exercices. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées. | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Dispositifs électroniques semiconducteurs | |
| <i>Préparation pour:</i> Laboratoire et projets. | |

| | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Titre : | GÉNIE MÉDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTÈME CARDIO-VASCULAIRE | | Title: | BIOMEDICAL ENGINEERING I: PHYSICS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM | |
| Enseignant : | J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MICROTECHNIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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

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 :

Électrophysiologie, 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

- Microcirculation :

Hémodynamique des capillaires; mécanismes de transport de substance

- Physique du système veineux :

Biomécanique de la paroi; écoulement dans un tube collabable; phénomène "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.

CONTENT

- Introduction:

Physics of living matter and biomedical engineering; anatomy and physiology of the cardiovascular systems

- 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, Windekkel 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

- Microcirculation:

Hemodynamics in capillaries; exchange of substances and liquids across the capillary wall

- The physics of the venous system:

Biomechanics of the venous wall; flow in collapsible tubes; "Waterfall" phenomenon

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Cours polycopiés et corrigés d'exercices | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle | | |
| <i>Préparation pour:</i> Génie médical II | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : | GÉNIE MÉDICAL II : PRINCIPES PHYSIQUE DES TECHNIQUES BIOMÉDICALES | | Title: | BIOMEDICAL ENGINEERING II: PHYSICAL PRINCIPLES OF BIOMEDICAL TECHNIQUES | |
| Enseignant : | J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE MICROTECHNIQUE | Semestre 8 8 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique |

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux principes physiques des méthodes de mesure et d'imagerie utilisées en médecine.

CONTENU

- **Interaction ondes électromagnétiques - matière vivante :**
Absorption, diffusion, fluorescence; modèles de propagation de la lumière; applications médicales des lasers
- **Interaction ondes acoustiques - matière vivante:**
Onde de pression dans un tissu biologique; absorption, diffusion, réflexions et effets non-linéaires; champ ultrasonore; effet Doppler, applications médicales des ultrasons
- **Méthodes de mesure de paramètres physique :**
Pression artérielle; débit sanguin; activité électrique et magnétique
- **Radiologie RX :**
Système radiographique; tomographie computarisée; algorithme de rétroposition filtrée
- **Imagerie par résonance magnétique :**
Interactions entre moment magnétique et champ magnétique; relaxation du moment magnétique; construction d'une image; séquences d'excitations; mesures de débit; applications cliniques
- **Echographie ultrasonore :**
Échographie en mode A, TM, B et Duplex; résolution en amplitude des images ultrasonores (speckle)
- **Tomographie par émission de positrons :**
Principes physiques; instrumentation; reconstruction d'une image fonctionnelle; applications médicales

OBJECTIVE

To provide the students with a presentation of the physical principles of medical instrumentation and imaging systems.

CONTENT

- **Interaction between living matter and electromagnetic waves:**
Absorption, scattering, fluorescence; propagation of light in tissue; medical applications of lasers
- **Interaction between biological tissue and acoustic waves:**
Pressure waves in a biological tissue; absorption, scattering, reflection and nonlinear effects; acoustic fields; Doppler effect; medical applications of ultrasound
- **Techniques to measure physical parameters:**
Arterial pressure; blood flow; electrical activity of cells and organs and related electromagnetic fields
- **X-ray imaging methods:**
X-ray system; computed tomography; filtered backprojection reconstruction algorithm
- **Magnetic resonance imaging:**
Interaction of a magnetic moment with a magnetic field; relaxation of magnetic moments; imaging reconstruction method; pulse sequences; flow velocity measurement; clinical applications
- **Ultrasonic imaging methods:**
A, TM, B and Duplex mode echography; speckle in ultrasound images
- **Positron emission tomography:**
Physical principles; instrumentation; functional imaging reconstruction; medical applications

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathédral et exercices dirigés en classe | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Cours polycopiés et corrigés d'exercices | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Orale |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|
| Titre : | PHYSIQUE DES PLASMAS II | | | | Title: | PLASMA PHYSICS II | |
| Enseignant : | K. APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP | | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 7 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique | | |

OBJECTIFS

Compléter l'introduction à la physique des plasmas donnée en 3ème année en élaborant les bases de la théorie cinétique, puis en étudiant les phénomènes collectifs à l'aide de la théorie cinétique et de la magnétohydrodynamique (MHD)

OBJECTIVE

Introduction to the theory of hot plasmas by presenting the foundations of kinetic and magnetohydrodynamic (MHD) theory and by using them for the description of simple collective phenomena.

CONTENU

I Description cinétique

- Fonction de distribution
- Fluctuations, corrélations, collisions
- Équations d'évolution (Liouville, Vlasov, Boltzmann)
- Propriétés de l'équation de Vlasov (conservation, éq. fluides)

II Les ondes dans un plasma non-magnétisé

- Interaction onde-particule, amortissement de Landau
- Milieu diélectrique
- Relation de dispersion
- Tenseur diélectrique et fonction de dispersion
- Ondes et instabilités de Langmuir, acoustique-ioniques
- Ondes électromagnétiques

III Les ondes dans un plasma magnétisé chaud

- Résultats nouveaux par rapport au plasma froid

IV Le modèle MHD

- Équations de la MHD idéale, équilibres, configurations
- Équations linéarisées, principe d'énergie
- Stabilité
- Ondes

CONTENT

I Kinetic description

- Distribution functions and macroscopic quantities
- Fluctuations, correlations, collisions
- Kinetic equations (Liouville, Vlasov, Boltzmann)
- Properties of the Vlasov equation (conservation, moment equations)

II Waves in non-magnetized hot plasma

- Wave-particle interaction, Landau damping
- Dielectric media
- Dispersion relations
- Dielectric tensor and dispersion function
- Langmuir and ion-acoustic waves and instabilities.
- Electromagnetic waves

III Waves in magnetized plasma

- Kinetic corrections to the cold plasma theory

IV The MHD model

- Basic equations of ideal MHD, equilibria, plasma configurations
- Linearized equations, energy principle
- Stability
- Waves

| | | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe. | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, ouvrages recommandés. | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Électrodynamique, Physique des plasmas I. | | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique des plasmas III | | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Titre : | PHYSIQUE DES PLASMAS III | | | Title: | PLASMA PHYSICS III | | |
| Enseignant : | J.B. LISTER, Chargé de cours EPFL/CRPP | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 8 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> | | |

OBJECTIFS

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

Obtain a global view of the physics and technology problems CONTENTONuclear fusion. Study in depth of the Tokamak, currently the most advanced concept.

CONTENU

I Principes

Physique nucléaire, types de confinement, bilan énergétique.

II Confinement inertiel

Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible.

III Confinement magnétique

Rappel des principes et problèmes du confinement magnétique.

IV Le tokamak

Son fonctionnement, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales types, les techniques de mesure.

V Performance du tokamak

Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression)

VI Chauffage additionnel

Faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes Alfvén.

VII Le futur

La conception des réacteurs basés sur le tokamak, les problèmes technologiques et scientifiques à résoudre.

CONTENT

I Principals

Underlying nuclear physics, confinement schemes, energy balance

II Inertial confinement

Confinement time, energy gain, target compression

III Magnetic confinement

Principles and difficulties of magnetic confinement

IV The tokamak

Construction and operation, present-day experiments, typical properties and measurement techniques

V Tokamak performance

Experimental and theoretical limits on confinement, plasma current, density and kinetic pressure

VI Additional heating

Neutral beams, ECRH, ICRH, LHRH, Alfvén waves

VII The future

Tokamak reactor concepts and problems to be solved. ITER

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| <i>Titre :</i> | CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE I | | | | | <i>Title:</i> |
| <i>Enseignant :</i> | F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <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</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

Permettre à l'étudiant de maîtriser et d'analyser les phénomènes relatifs aux systèmes optiques modernes.

GOALS

CONTENU

CONTENTS

1. Propagation de la lumière :

Propagation dans les milieux stratifiés. Ellipsométrie.
Ondes optiques guidées uni- et bidimensionnelles. Fibres optiques générales.
Faisceaux optiques. Ondes stationnaires (résonateurs).

2. Diffraction :

Zones de Fresnel. Réseaux. Principe de Bragg.
Théorie et application de diffraction d'ondes vectorielles.

3. Optique des milieux et sources en mouvement:

Effet Doppler. Expérience de Fizeau. Effet de Sagnac.
Gyroscope optique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices

BIBLIOGRAPHIE: Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Optoélectronique II

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|
| <i>Titre :</i> | CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE II | | | | | <i>Title:</i> |
| <i>Enseignant :</i> | F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <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</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

GOALS

Permettre à l'étudiant de maîtriser et d'analyser les phénomènes relatifs aux systèmes optiques modernes.

CONTENU

CONTENTS

1. Dispersion :

Éléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Effet Faraday.
Relations de Kramers-Kronig.

2. Optique des cristaux :

Axes optiques principaux. Activité optique. Symétrie optique des cristaux.
Propagation des ondes dans les cristaux. Réfraction double.
Polarisateurs. Compensateurs optiques.

3. Optique non-linéaire :

Origine de la polarisation non linéaire. Les effets de Pockels et de Kerr. Modulation optique.
Optique intégrée. Doubleur optique. Interactions paramétriques à trois ondes.
Diffusion optique non-linéaire (effets de Raman et de Brillouin).
Interactions à quatre ondes (principes et applications, p.e. conjugaison de la phase.
Impulsions optiques de très courte durée).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices

BIBLIOGRAPHIE: Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Optique et Électrodynamique

Préparation pour: Travaux pratiques

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | PHYSIQUE DES NEUTRONS | | Title: | NEUTRON PHYSICS | | |
| Enseignant : | R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 7 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> | |

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 nucléaire, de déterminer sa taille et sa composition et plus généralement d'analyser l'évolution d'une population de neutrons dans un milieu donné.

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
- 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

Neutron Physics (or Neutronics) represents the bridge between Nuclear Physics and Nuclear Engineering. It allows one to comprehend the operational principles of a nuclear reactor, to determine its size and composition and, in more general terms, to analyse the evolution of a neutron population in a given medium.

CONTENT**1. Brief review of nuclear physics**

- Historical: Constitution of the nucleus and discovery of the neutron
- Nuclear reactions and radioactivity
- Cross sections
- Differences between fusion and 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.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, séminaires, exercices. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés + ouvrages recommandés | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | |
| <i>Préparation pour:</i> Aspects physiques de la production d'énergie | |

| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|--|
| Titre : | ASPECTS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE | | | | Title: | PHYSICS ASPECTS OF ENERGY PRODUCTION | |
| Enseignant : | R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP, P.A. HALDI, Chargé de cours EPFL/DGC | | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 | | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: | | |
| | | <input 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

Ce cours s'adresse aux étudiants ingénieurs physiciens que les questions énergétiques intéressent. Il se propose de donner une vue générale et globale des aspects physiques et technologiques de la production d'énergie (électrique essentiellement). Une place importante est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, un accent particulier est mis sur l'énergie nucléaire.

CONTENU

1. L'énergie : bases physiques et thermodynamiques

Définitions, formes d'énergie et conversions / 1er et 2ème principes de la thermodynamique / Économie énergétique / Systèmes d'unités.

2. Systèmes de production

Caractéristiques physiques et chimiques des combustibles (agents énergétiques non-renouvelables : charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire); réserves et ressources; techniques de prospection, d'extraction, de transformation / Ressources d'énergies renouvelables.

3. Systèmes de production

A. Systèmes énergétiques non-nucléaires

Centrales thermiques classiques / Centrales et aménagements hydro-électriques / Installations utilisant les énergies renouvelables, p.ex. solaire, éolienne, géothermique et de la biomasse.

B. Centrales nucléaires

Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Thermohydraulique du cœur / Variations et contrôle de réactivité / Description des principales filières / Radioprotection / Sécurité nucléaire / Systèmes avancés.

4. Critères d'évaluation

Critères techniques / Critères économiques / Impacts sur l'environnement / Risques sanitaires.

OBJECTIVE

The course addresses physics students interested in energy-related issues. The intention is to provide a general and global view of the physics and technological aspects of energy production (electricity mainly). Importance is given to thermodynamics considerations. At the technological level, nuclear energy receives particular attention.

CONTENT

1. Energy: Physics and Thermodynamics Principles

Definitions, energy forms and conversion / 1st and 2nd laws of thermodynamics / Energy economics / Units.

2. Resources

Physical and chemical characteristics of fuels (non-renewable energies: coal, oil, natural gas, nuclear); reserves and resources; techniques of prospection, extraction and transformation / Renewable energy resources.

3. Power Generation Systems

A. Non-nuclear Systems

Fossil-fuelled power plants / Hydroelectric power plants / Installations employing renewable energy resources, e.g. solar, wind, geothermal and biomass.

B. Nuclear Power Plants

Nuclear reactor components / Brief review of reactor physics / Thermohydraulics of the core / Reactivity changes and control / Principal types of nuclear power plants / Radiological protection / Nuclear safety / Advanced systems.

4. Evaluation Criteria

Technical criteria / Economics criteria / Environmental impacts / Health risks.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, séminaire, exercices

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié + ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique des neutrons

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|
| Titre : | SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES I | | Title: | COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS I | |
| Enseignant : | A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique.

CONTENU

- **Chaos déterministe** : application logistique et autres exemples
- **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 multivariables** : méthode du gradient à descente maximum, 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 features of the computer simulation of physical systems.

CONTENT

- **Deterministic chaos:** logistic map and other examples
- **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**

| | |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique quantique, Physique statistique, | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II | | <i>Title:</i> | COMPUTER SIMULATIONS OF PHYSICAL SYSTEMS II | |
| <i>Enseignant :</i> | A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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

Introduire l'étudiant aux méthodes de la simulation numérique en physique de la matière condensée.

CONTENU

- **Théorie de la fonctionnelle de densité :** théorèmes de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximation de la densité locale.
- **Solutions autocohérentes pour atomes isolés :** approximation sphérique, méthode d'intégration de Numerov, solution de l'équation de Poisson radiale, applications.
- **Solutions autocohérentes pour molécules et agrégats atomiques :** choix de la base de représentation, problème aux valeurs propres, méthodes itératives, solutions de l'équation de Poisson en trois dimensions, applications.
- **Solutions autocohérentes pour les solides :** calcul des bandes d'énergie, méthodes linéaires en énergie, pseudopotentiels, intégrations dans la zone de Brillouin, applications.
- **Dynamique moléculaire classique :** algorithme de Verlet, procédés prédicteur-correcteur, détermination des quantités macroscopiques, méthode du recuit simulé, applications.
- **Dynamique moléculaire ab-initio :** méthode de Car-Parrinello et applications.

OBJECTIVE

To provide the student with basic features of computational condensed-matter physics.

CONTENT

- **Density-functional theory:** Hohenberg-Kohn theorems, Kohn-Sham equations, local-density approximation.
- **Self-consistent solutions for atoms:** spherical approximation, Numerov method, solution of the radial Poisson equation, applications.
- **Self-consistent solutions for molecules and clusters:** alternatives for the basis functions, eigenvalue problems, iterative methods, solution of the Poisson equation in three dimensions, applications
- **Self-consistent solutions for solids:** energy-band methods, linearized methods, pseudopotentials, Brillouin-zone integration, applications.
- **Classical molecular dynamics:** Verlet algorithm, predictor-corrector methods, determination of macroscopic parameters, simulated annealing, applications.
- **Ab-initio molecular dynamics:** Car-Parrinello method and applications.

| | | |
|----------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique quantique | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE I | | <i>Title:</i> | SELECTED TOPICS IN CONDENSED MATTER PHYSICS I | | |
| <i>Enseignant :</i> | vacat | | | | | |
| <i>Section (s)</i> PHYSIQUE | <i>Semestre</i> 7 | <i>Oblig.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 42</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> | |

OBJECTIFS

GOALS

CONTENU

CONTENTS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: BIBLIOGRAPHIE: LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 SESSION D'EXAMEN FORME DU CONTRÔLE: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | CHAP. CHOISIS EN PHYS. DE LA MAT. CONDENSÉE II : Dynamique quantique de systèmes de spins | | Title: | SELECTED TOPICS IN CONDENSED MATTER PHYSICS II: Quantum Dynamics of spin systems | | |
| Enseignant : | J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 8 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique | |

OBJECTIFS

Dans le vaste domaine de la dynamique des spins, des effets purement quantiques seront présentés théoriquement et mis en évidence par des expériences de résonance magnétique nucléaire, que ce soit dans le domaine fréquentiel ou temporel (mesures de relaxation).

Le cours se base sur des notions centrales de mécanique quantique et des synergies avec les cours de physique statistique et d'électrodynamique quantique apparaîtront.

Les étudiants sont invités à développer une maîtrise dans le calcul de problèmes typiques de dynamique de spins. L'examen final est basé sur une étude personnelle d'un aspect particulier de dynamique de spins, ou sur une technique spectroscopique, résumée dans un rapport. Ce dernier contiendra typiquement l'analyse d'un modèle simple et des commentaires sur quelques articles afférents.

OBJECTIVE

Within the vast framework of spin dynamics, purely quantum mechanical effects will be presented theoretically and demonstrated with magnetic resonance experiments, both in frequency-domain and in time-domain (relaxation) experiments.

The course relies on fundamental notions of quantum mechanics, and unfolds synergies with the courses of statistical physics and quantum electrodynamics of the department.

The students are invited to develop proficiency in calculating typical problems of spin dynamics. The final exam is based on a personal study of one particular aspect of spin dynamics or of one spectroscopic technique, summarized in a report which includes typically the analysis of a simple model and comments on one or several relevant articles.

CONTENU

- Une présentation de la théorie quantique de la dynamique de spins permettra d'aborder la description de techniques spectroscopiques modernes.
- La statistique quantique d'un ensemble de spins baignés introduira la notion de susceptibilité et de processus de relaxation (théorème de fluctuations-dissipation).
- Des effets quantiques résolus dans le temps tels que le transfert de cohérence et les cohérences quantiques à n quanta seront présentés à l'aide de modèles permettant une dérivation analytique complète.
- L'imagerie par RMN ou des techniques de détection pourront être abordées, selon les intérêts des participants.
- Une série de séances d'exercices sera consacrée à l'implémentation numérique de dynamique de spins à l'aide de MATHEMATICA (aucun préalables requis).

CONTENT

- The quantum mechanical description of spin precession. This will lead us to the description of the basic principles of some modern spectroscopic techniques.
- The linear response theory of spins coupled to a bath (susceptibility, fluctuation-dissipation theorem).
- Time-domain quantum mechanical effects such as coherence transfer and multiple quantum coherence will be introduced with simple models which allow complete analytical derivations.
- Technical issues such as NMR imaging or detection schemes can be addressed, depending on the interests of the participants.
- A series of exercise sessions will be dedicated to implementing spin dynamics numerical simulation based on MATHEMATICA (no prerequisite).

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et ex. pdt le cours, projet final | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Phys. Statistique avancée, Electrodynamique quantique | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| Préalable requis: Mécanique quantique | |
| Préparation pour: | |

| | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | RELATIVITÉ ET COSMOLOGIE I, II | | | | <i>Title:</i> | RELATIVITY AND COSMOLOGY I, II | |
| <i>Enseignant :</i> | Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP | | | | | | |
| <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 FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> | 2 / 2 | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> | 1 / 1 | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | | |

OBJECTIFS

Exposer la théorie de la relativité générale d'Einstein et ses applications.

OBJECTIVE

To introduce the students to Einstein's theory of general relativity and to discuss some applications.

CONTENU

Relativité restreinte :

Transformations de Lorentz; tenseur énergie-impulsion; thermodynamique; systèmes de particules; électrodynamique; fluide parfait.

Relativité générale :

Principe d'équivalence; effet gravito-optique. Analyse tensorielle. Effets de la gravitation. Equations d'Einstein; solution extérieure et intérieure de Schwarzschild; tests classiques de la théorie d'Einstein; trous noirs; ondes gravitationnelles.

Cosmologie :

Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

CONTENT

Special relativity:

Lorentz transformations; energy-momentum tensor; thermodynamics; particle dynamics; electrodynamics; perfect fluid.

General relativity:

Equivalence principle; gravitational redshift. Tensor analysis. Physics in curved space-time. Einstein's equations and Schwartzschild solution; the classical tests of Einstein's theory; black holes; gravitational collapse; gravitational radiations.

Cosmology:

Steady state cosmology; evolutive cosmology; the standard model.

| | | | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices. | NOMBRE DE CRÉDITS | 7 | |
| BIBLIOGRAPHIE: | Weinberg : Gravitation and Cosmology D'Iverno : Introducing Einstein's relativity Polycopiés | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Physique générale | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral | |
| <i>Préalable requis:</i> | Formation correspondant au 2e propédeutique de physique | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|---|--|
| Titre : | PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS I | | | | Title: | PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS I | | | |
| Enseignant : | K. KERN, Professeur EPFL/DP, W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL, R. MONOT, Professeur tit. EPFL/DP | | | | | | | | |
| Section (s) | Semestre | | Oblig. | Option | | Facult. | Heures totales: 42 | | |
| PHYSIQUE | 7 | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> | | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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

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 aussi introduites.

OBJECTIVE

The course provides a comprehensive description of physical and chemical phenomena occurring at surfaces and interfaces of solids. Modern experimental techniques for the study of surfaces and interfaces are discussed in detail.

CONTENU

1. Introduction

2. Méthodes expérimentales

- vide et ultra haut vide
- spectroscopie électronique
- spectroscopie vibrationnelle
- diffraction
- microscopie à champ proche

3. Structure géométrique et dynamique des surfaces

4. Propriétés électroniques

5. Adsorption et réactions chimiques

6. Croissance épitaxiale

7. Nanostructuration

CONTENT

1. Introduction

2. Experimental methods

- vacuum and ultra high vacuum
- electron spectroscopy
- vibrational spectroscopy
- diffraction
- scanning probe microscopies

3. Structure and dynamics of surfaces

4. Electronic properties

5. Adsorption and chemical reactions

6. Epitaxial growth

7. Nanostructuring

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec visites de laboratoires | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: A. Zangwill : Physics at surfaces; H. Lüth : Surfaces and interfaces of solids; G. Somerjai : Chemistry in two dimensions | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique du solide <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|--|--|
| Titre : | PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS II | | | | | Title: | PHYSICS OF SURFACES INTERFACES AND CLUSTERS II | | |
| Enseignant : | W. HARBICH, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 | | | | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: | | | | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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

Le but de ce cours est d'introduire les concepts de base, les méthodes expérimentales et quelques applications de la physique et chimie-physique des agrégats. Il s'agit en particulier de comprendre l'évolution des propriétés de la matière lorsqu'on passe des atomes au solide massif, et de décrire quelques propriétés nouvelles associées aux agrégats (par ex. découverte des C₆₀ et des fullerènes).

CONTENU

Le contenu de ce cours devrait permettre de répondre aux questions et d'aborder les sujets suivants :

- Comment fait-on des agrégats de taille comprise entre quelques atomes et quelques centaines d'atomes ?
- Comment peut-on mesurer leur taille et les trier en masse ?
- Combien d'atomes faut-il pour que les propriétés d'un agrégat s'approchent de celles d'un métal ?
On développera en particulier le modèle en couche et décrira les propriétés optiques
- Que sait-on de la structure géométrique des agrégats ?
On décrira en particulier le comportement différent des agrégats à liaison de type van der Waals, covalente et métalliques
- Le C₆₀, les fullerènes, les nanotubes et leurs propriétés.
- Que se passe-t-il lorsqu'on dépose les agrégats sur une surface ?
Méthodes expérimentales (par ex. STM). Problème de "softlanding".
- Que sait-on des interactions agrégat-surface ?
- Peut-on attendre des propriétés nouvelles des matériaux formés à partir d'agrégats ?

OBJECTIVE

This lecture is intended to introduce the basic concepts, experimental methods and applications in cluster physics and chemistry. Emphasis is put to the question how physical properties change in going from the atom to the bulk. The properties of this new transition state of matter (i.e. fullerenses) will be addressed.

CONTENT

The contents of this lecture are as follows:

- Cluster production in a size range from a few atoms to some hundreds or thousands of atoms
- How can we measure their size and how can we mass select them?
- How many atoms are necessary in a cluster to behave like a metal? In particular the shell model and optical properties will be discussed
- How do the clusters look like? (geometrical structure of van der Waals, covalent and metallic systems)
- Carbon clusters (C₆₀, fullerenes and nanotubes)
- What happens when clusters are deposited on a surface? experimental methods (i.e. STM), the problem of "softlanding" etc.
- What do we know about cluster surface interactions?
- Can we expect new material properties from cluster assembled materials?

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et séminaires présentés par les étudiants dans le cadre des exercices | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: | H. Haberland, "Clusters of atoms and molecules I et II", Springer | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | | |
| <i>Préalable requis:</i> | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | |
| | | SESSION D'EXAMEN |
| | | Automne |
| | | FORME DU CONTRÔLE: |
| | | Examen oral |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | SCIENCES DU VIVANT I | | Title: | LIFE SCIENCES I | | |
| Enseignant : | H. VOGEL, Professeur EPFL/DC | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 7 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique | |

OBJECTIFS

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules, notamment des molécules de protéine dont sont construites les êtres vivants.

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. Génès : 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.

GOALS

Understanding the principles of biochemical reactions and cellular functions.

CONTENTS**1. Essential biochemistry**

- Molecular building blocks: Carbohydrates, lipids, proteins, nucleic acids.
- Physico-chemical principles in relation of structure and activity of biological systems.

2. Structure and function of biological molecules

- Exploring the structure of proteins, membranes and DNA.
- Principles of protein structure and folding.
- Structure - function relationship: theoretical and experimental procedures.
- Designing new proteins.

3. Proteins as molecular machines

- Biological catalysts: Basic concepts and catalytic strategies of enzymes.
- Catalytic antibodies.
- Energy and signal transduction.

4. Genes: Replication and expression

- Structure and morphology of a biological cell.
- Storage, transcription and transduction of biological information: DNA and RNA.
- Regulation of information flux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra.**BIBLIOGRAPHIE:** L. Styer : "Biochemistry", Freeman 1995**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:***Préalable requis:*

Préparation pour: Science du vivant, cours avancés : "Energie + matière, biomécanique" ou "Biologie de l'information"

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5**SESSION D'EXAMEN** Automne**FORME DU CONTRÔLE:** Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | SCIENCES DU VIVANT II : ÉNERGIE ET MATIÈRE | | Title: | LIFE SCIENCES II: ENERGY AND MATTER | | |
| Enseignant : | O. THOUMINE, Maître d'ens. et de recherche EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 8 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique | |

OBJECTIFS

Présenter les propriétés mécaniques et thermodynamiques fondamentales des cellules vivantes, ainsi que les modèles utiles à leur interprétation.

CONTENU**Introduction :**

1. Analyse dimensionnelle; Interactions moléculaires.
2. Molécules biologiques, sources d'énergie, fonctionnement enzymatique.

Squelette cellulaire :

3. Polymères biologiques (actine et tubuline) : a/ fonctionnement et organisation.
4. Polymères biologiques : b/ rhéologie et micromécanique.
5. Moteurs moléculaires : système actine-myosine.

Membranes biologiques :

6. Mécanique des liposomes et globule rouges.
7. Protéines de membrane : diffusion et transport.
8. Electrophysiologie : propagation de signaux biologiques.

Adhésion :

9. Adhésion entre surfaces biologiques.
10. Adhésion cellulaire : formation et rupture.

Mécanique cellulaire :

11. Rhéologie des globules blancs.
12. Migration cellulaire.

Tissus :

13. Matrice extracellulaire et cohésion des tissus.
14. Biomécanique de la paroi artérielle et de l'os.

OBJECTIVE

To present the basic mechanical and thermodynamical properties of living cells, together with some models to interpret them.

CONTENT**Introduction:**

1. Dimensional analysis; Molecular interactions.
2. Biological molecules, energy sources, enzyme kinetics.

Cytoskeleton:

3. Biological polymers (actin and tubulin): a/ functioning and organisation.
4. Biological polymers: b/ rheology and micromechanics.
5. Molecular motors: actin-myosin system.

Biological membranes:

6. Mechanics of liposomes and red blood cells.
7. Membrane proteins: diffusion and transport.
8. Electrophysiology: propagation of biological signals.

Adhesion:

9. Adhesion between biological surfaces.
10. Cell adhesion: formation and rupture.

Mécanique cellulaire:

11. White blood cell rheology.
12. Cell migration.

Tissues:

13. Extracellular matrix and tissue cohesion.
14. Arterial wall and bone biomechanics.

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages et articles scientifiques recommandés, figures et corrigés d'exercices | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de physique et mathém. du premier cycle | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Titre : | PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS | | Title: | NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS | | |
| Enseignant : | H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) PHYSIQUE | Semestre 7 | Oblig. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Option <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <i>Pratique</i> | |

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

1. Exemples de systèmes non-linéaires en :

Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.

2. Équations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Solutions périodiques et leur stabilité.

3. Bifurcations, noeud-col, sous-harmonique, de Hopf. Hystérèse.

4. Vers le chaos :

- a) Route sous-harmonique. Groupe de renormalisation et universalité
- b) Route quasi-périodique
- c) Intermittence

CONTENT

1. Examples of non-linear systems :

Mechanics, astronomy, fluid dynamics, chemical reactions, ecology,

2. Differential equations and mappings. Equilibrium points and their stability. Periodic solutions and their stability.

3. Bifurcations. Saddle-node, sub-harmonic, Hopf bifurcation. Hysteresis.

4. Roads to chaos :

- a) Period doubling. Renormalisation group and universality
- b) Quasi-periodic scenario
- c) Intermittent scenario.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique, dynamique des fluides

Préalable requis: Mathématiques du 1er cycle. Mécanique

Préparation pour: Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS | | <i>Title:</i> | NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS | |
| <i>Enseignant :</i> | H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 42</i> |

PHYSIQUE

8

Par semaine:
Cours 2
Exercices 1
Pratique

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

CONTENT

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique

Préalable requis: Le cours du 7e semestre

Préparation pour: Travail interdisciplinaire

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Titre : | PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCÉE I | | Title: | ADVANCED THEORETICAL PHYSICS I | |
| Enseignant : | P. ERDOES, Professeur UNIL | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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

Approfondir les connaissances de la mécanique statistique et discuter ses applications, surtout à la physique du solide.

OBJECTIVE

To provide further knowledge of statistical mechanics and to discuss its applications, particularly to solid-state physics.

CONTENU

Rappel des principes de la statistique classique et quantique. Théorie cinétique des gaz. Coefficients cinétiques à basses et hautes températures. La seconde quantification. Gaz électronique dégénéré. Supraconductibilité. Théorie de transport, équation de Boltzmann. Mouvement Brownien. Eléments de la hydrodynamique. Equation de Navier-Stokes. Diffusion, conductibilités électrique et thermique. La fonction de Green.

CONTENT

Review of the principles of classical and quantum statistics. Kinetic theory of gases. Kinetic coefficients at low and high temperatures. The second quantification. The degenerate electron gas. Supraconductivity. Transport theory; Boltzmann's equation. Brownian movement. Elementary hydrodynamics. Navier-Stokes' equation. Diffusion, electrical and thermal conductivity. Green's function.

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: | Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: | Polycopiés | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> | Physique quantique I et II; Physique statistique I et II. | | |
| <i>Préparation pour:</i> | Physique théorique avancée II | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| Titre : | PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCÉE II | | Title: | ADVANCED THEORETICAL PHYSICS II | |
| Enseignant : | vacat, UNIL | | | | |
| <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> |

OBJECTIFS

Approfondir les connaissances de la mécanique statistique et discuter ses applications, surtout à la physique du solide.

OBJECTIVE

To provide further knowledge of statistical mechanics and to discuss its applications, particularly to solid-state physics.

CONTENU

Solides désordonnés : alliages et structures amorphes. Théorie de Bragg-Williams et l'approximation du potentiel cohérent. Percolation. Phonons en présence d'impuretés. Théorie du magnétisme. Ondes de spin.

CONTENT

Disordered solids: amorphous structures and alloys. Bragg-Williams theory. The coherent potential approximation. Percolation. Phonons in the presence of impurities. Theory of magnetism. Spin waves.

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique théorique avancée I. <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|--|
| <i>Titre :</i> | ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE III, IV | | | | <i>Title:</i> | ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS III, IV | |
| <i>Enseignant :</i> | B. HAUCK, Professeur UNIL | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56/56</i> | | |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> | | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours</i> | 2 / 2 | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices</i> | 2 / 2 | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> | | |

OBJECTIFS

Étudier les conditions physiques qui règnent dans le plus grand laboratoire.

Présenter nos connaissances sur la distribution de la matière dans l'univers et de sa formation, afin de pouvoir nous situer dans l'espace et dans le temps.

OBJECTIVE

Examination of the physical conditions prevailing in the greatest laboratory, i.e. the universe.

Communication of our knowledge concerning the distribution and formation of matter in the universe in order to determine our position in space and in time.

CONTENU

Le cours III est consacré à l'étude de la physique stellaire et interstellaire. Les principaux chapitres en sont :

Introduction, matière interstellaire, évolution stellaire, étoiles doubles et étoiles variables, amas stellaires

Le cours IV est consacré à la distribution de la matière dans l'univers et aux problèmes de cosmologie observationnelle. Les principaux chapitres sont :

Notre galaxie, les galaxies, l'échelle des distances cosmiques, les structures à grande échelle dans l'univers, la matière sombre, modèles d'univers et observations, histoire thermique de l'univers

CONTENT

Course III is devoted to the study of stellar and interstellar physics, the main chapters being:

Introduction, interstellar matter, stellar evolution, double stars, variable stars, stellar clusters.

Course IV deals with the distribution of matter in the universe and problems of observational cosmology. The main chapters are:

Our galaxy, the galaxies, cosmic distance scales, large-scale structures in the universe, dark matter, cosmological models and observations, thermal history of the universe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.

BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 7

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
| <i>Titre :</i> | MODÈLES ET RÉACTIONS NUCLÉAIRES I, II | | <i>Title:</i> | NUCLEAR MODELS AND REACTIONS I, II | |
| <i>Enseignant :</i> | vacat, UNIL (modèle), A. BAY, Professeur assistant UNIL (réactions) | | | | |
| <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 FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours 2 / 2</i> |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices 1 / 1</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description du noyau atomique et des réactions nucléaires. Introduire les modèles de structure et de réaction couramment utilisés. Introduire le concept d'un nouveau état de la matière: le plasma de quarks et gluons. Permettre à l'étudiant d'accéder à la littérature actuelle concernant ce domaine.

CONTENU

Rappel des propriétés générales du noyau atomique.

Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.

Le moment cinétique et les rotations. Spin 1/2. Théorème de Wigner-Eckart.

Le système de deux nucléons, états de diffusion et états liés, le deuteron, la force tensorielle. Système de A nucléons. Modèles de structure: modèle en couches et modèles collectifs.

Modèle des réactions. 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.

OBJECTIVE

Introduction of the notions for the elaboration of nuclear models and for the description of nuclear reactions.

Introduction to the concept of a new matter state: the quark and gluon plasma.

CONTENT

General properties of the atomic nucleus.

Movement of a particle in a central potential. Bound states.

Rotations and angular momentum. Spin 1/2. Wigner-Eckart theorem.

Two nucleons system, bound and unbound states, the Deuteron, the tensor force. The A nucleons system. Shell model and collective models.

Nuclear reactions models. The polarisation. Pionic capture. Resonances and the compound nucleus, the optical model, the direct reactions.

Plasma of quark and gluons. Implication in Astrophysics and Cosmology.

Production by heavy ions collisions. Signatures of the plasma.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle | NOMBRE DE CRÉDITS 7 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique Nucléaire et Corpusculaire I et II, Physique Quantique I et II | |
| <i>Préparation pour:</i> Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours du 3e cycle | |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| Titre : | PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II | | Title: | ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS I, II | |
| Enseignant : | A. BAY, Professeur assistant UNIL | | | | |
| <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 FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours 2 / 2</i> |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices 1 / 1</i> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Introduction à l'aspect expérimental et à la description phénoménologique de la physique des particules.

OBJECTIVE

Introduction to experimental and phenomenological aspects of Particle Physics.

CONTENU

Introduction :

Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification. DéTECTeurs, accélératrices, radioaktivité, 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.

CONTENT

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, time translation, 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 and 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.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe

NOMBRE DE CRÉDITS 7

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié

SESSION D'EXAMEN Automne

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Préalable requis: Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II
Physique quantique I et II

Préparation pour: Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation.; Introduction au cours de 3ème cycle

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|---------------------|--|--|
| Titre : | ACCÉLÉRATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX | | | | | Title: | ACCELERATORS | | |
| Enseignant : | J.P. PERROUD, Maître d'enseignement et de recherche UNIL | | | | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 | | | | |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: | | | | |
| PHYSIQUE FACUTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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

Le domaine des accélérateurs de particules s'est développé depuis plus de 60 ans. Il met en oeuvres un bon nombre de technologies de pointe. Au début les développements étaient motivés essentiellement par la recherche fondamentale en physique nucléaire et en physique des particules. Aujourd'hui des applications en physique du solide en médecine et industrielles sont en plein développement. Le cours peut être considéré comme une introduction à ce vaste domaine.

CONTENU

Introduction :

Evolution depuis la réalisation du premier accélérateur electrostatique de 700 KV en 1932 jusqu'aux collisionneurs actuels. Classification des différents types d'accélérateurs.

Guides d'ondes et cavités :

Résumé de leurs caractéristiques et de leurs propriétés. Ondes lentes.

Accélérateurs à tension continue :

Accélérateurs de Cockroft-Walton et de Van de Graaff.

Accélérateurs linéaires :

Les différentes structures accélératrices. Le problème de la stabilité longitudinale ou de phase.

Accélérateurs circulaires :

La stabilité transversale, les focalisations faible et forte. Le transport des faisceaux. Le calcul de l'enveloppe des trajectoires. Les collisionneurs.

Quelques applications :

Discussion d'une ou deux applications choisies d'après l'intérêt des étudiants

OBJECTIVE

The field of particles accelerators has now developed for more than 60 years. It involves a large number of advanced technologies. At the beginning the developments were essentially driven by fundamental research in nuclear and particles physics. Today numerous applications in solid state physics, medicine and industry are rapidly developing. The course can be considered as an introduction to this large domain

CONTENT

Introduction:

Evolution since the realisation of the first electrostatic accelerator of 700 KV in 1932 until present large energy colliders. Classification of the various types of accelerators.

Wave guides and cavities:

Their characteristics and properties. Slow waves.

Electrostatic accelerators

Cockroft-Walton and Van de Graaff accelerators.

Linear accelerators:

Accelerating structures. The problem of the longitudinal or phase stability.

Circular accelerators:

Transverse stability, strong and weak focussing. Beam transport. Beam envelope. Colliders.

Some applications:

One or two applications chosen in agreement with the students will be discussed.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra | NOMBRE DE CRÉDITS 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Notions de relativité restreinte et d'électrodynamique | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| <i>Titre :</i> | DÉTECTION DES PARTICULES IONISANTES | | <i>Title:</i> | DETECTION OF IONIZING PARTICLES | |
| <i>Enseignant :</i> | M.T. TRAN, Maître d'enseignement et de recherche UNIL | | | | |
| <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> |
| PHYSIQUE FACULTÉ | | <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

Compréhension du fonctionnement et des caractéristiques des détecteurs de particules émises par les noyaux radioactifs et dans les expériences auprès des accélérateurs.

OBJECTIVE

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

CONTENU

Introduction sur les divers types de détecteurs. Passage des particules au travers de la matière. Caractéristiques générales des détecteurs. Les chambres à ionisations à gaz et solides, les compteurs proportionnels, les compteurs Geiger-Müller. Calcul de la forme de l'impulsion de courant (théorème de Ramo) et de la résolution en énergie. Les détecteurs à scintillation. La transmission des signaux. Les méthodes de prélèvement de l'information temporelle.

CONTENT

Introduction : overview of the detector types. Passage of radiation through matter. General characteristics of detectors. Ionization detectors : ionization chambers (gaseous and solid), proportional counters, Geiger-Müller counters. Shape of the current pulse (Ramo theorem) and energy resolution. Scintillation detectors. Signal transmission. Timing methods.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle

BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Connaissances élémentaires en physique nucléaire et corpusculaire. Notions en électronique.

Préparation pour: Diplôme en physique nucléaire et corpusculaire.

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|---|
| <i>Titre :</i> | CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE I : BIOPHYSIQUE | | <i>Title:</i> | TOPICS IN THEORETICAL PHYSICS I: BIOPHYSICS | | |
| <i>Enseignant :</i> | P. ERDOES, Professeur UNIL | | | | | |
| <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> | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 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

Introduction à l'utilisation des idées et méthodes de la physique théorique dans les problèmes de la biologie.

OBJECTIVE

Introduction to the application of the notions and methods of theoretical physics to problems in biology.

CONTENU

La cellule comme élément de base de l'être vivant, sa structure et son rôle. Eléments structuraux de la matière vivante au niveau moléculaire : amino-acides, protéines, acides nucléiques. Méthodes de séparation des biomolécules. Codages de messages. Le code génétique et la théorie de l'information. Réactions enzymatiques. Modèles mathématiques des épidémies. Transmission du virus HIV. Liaison de ligands sur ADN. Electrodynamique du nerf. Réseaux de neurones. Modèles de la mémoire et de l'acquisition du savoir. Le perceptron et le modèle de Hopfield. Neuroéthologie par ordinateur. *C. elegans* et *P. computatrix*.

CONTENT

The cell as the basic element of living organisms; its structure and role. Structural elements of living matter at the molecular level: amino-acids, proteins, nucleic acids. Methods of separation of biomolecules. Message coding. The genetic code and information theory. Enzyme reactions. Mathematical models of epidemics. Transmission of the HIV virus. Ligand binding in DNA. Electrodynamics of the nerve. Neural networks. Models of memory and the acquisition of knowledge. The perceptron and the Hopfield model. Neuroethology by computer. *C. elegans* and *P. computatrix*.

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de physique théorique | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Titre : | CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE II : BIOPHYSIQUE | | | | Title: | TOPICS IN THEORETICAL PHYSICS II: BIOPHYSICS | | | | | |
| Enseignant : | vacat UNIL | | | | | | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | | | | | | | |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | |

OBJECTIFS

Introduction à l'utilisation des idées et méthodes de la physique théorique dans les problèmes de la biologie.

OBJECTIVE

Introduction to the application of the notions and methods of theoretical physics to problems in biology.

CONTENU

Rappel des éléments de la mécanique statistique. Modèle de Ising et ses applications dans la biophysique. Structure et transformation des macromolécules. Chaînes polypeptides et hélices. Thermodynamique des acides désoxyribonucléiques. Processus mécanochimiques. Le travail physique en biologie : muscles, flagella, etc. La radioactivité naturelle et artificielle. Effets biologiques de la radiation ionisante. Modèles mathématiques des collectifs biologiques : compétition entre espèces animales. Application de la résonance magnétique nucléaire en biologie. Tomographie.

CONTENT

Review of elementary statistical mechanics. Ising model and its applications in biophysics. Structure and transformation of macromolecules. Spirals and polypeptide chains. Thermodynamics of deoxyribonucleic acids. Mechanico-chemical processes. Physical work in biology: muscles, flagella, etc. Natural and artificial radioactivity. Biological effects of ionising radiation. Mathematical models of biological populations: competition between species of animals. Application of nuclear magnetic resonance in biology. Tomography.

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison | NOMBRE DE CRÉDITS | 3.5 |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Cours de physique théorique | | |
| <i>Préparation pour:</i> | | |

| | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------|
| Titre : | CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES | | Title: | RELATIVISTIC QUANTUM FIELDS | | |
| Enseignant : | J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42/42 | |
| PHYSIQUE | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: | |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 7 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours | 2 / 2 |
| PHYSIQUE | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices | 2 / 2 |
| PHYSIQUE FACULTÉ | 8 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique | |

OBJECTIFS

Présenter les idées et les méthodes de la théorie des champs quantiques relativistes, considérée comme description des interactions fondamentales entre particules élémentaires.

CONTENU

1. **Champs classiques** : Champs et systèmes d'oscillateurs harmoniques. Champs relativistes, actions des groupes de Lorentz et de Poincaré. Champs et équations de Klein-Gordon, de Dirac, de Maxwell, de Yang-Mills. Lagrangiennes. Symétries et courants conservés (théorème de Noether).
2. **Champs quantiques** : Systèmes de particules indiscernables, espaces de Fock pour bosons et pour fermions, opérateurs de création et d'annihilation. Systèmes d'oscillateurs harmoniques et systèmes de bosons libres. Champs quantiques relativistes libres. Intégrales fonctionnelles. Problèmes de sources extérieures.
3. **Champs en interaction** : Matrice S et amplitudes de diffusion, sections efficaces, taux de désintégration. Matrice S et fonctions de Green, formules de réduction. Développements perturbatifs et diagrammes de Feynman, théorèmes de Wick.
4. **Applications à la physique des particules élémentaires**
5. **Problèmes plus avancés** : Renormalisation. Attaques non perturbatives.

OBJECTIVE

To present the ideas and methods of the relativistic quantum theoryion of the fundamental interactions of elementary particles

CONTENT

1. **Classical fields:** Fields and systems of harmonic oscillators. Relativistic fields, operations of the Lorentz and Poincaré groups. Klein-Gordon, Dirac, Maxwell, Yang-Mills fields and equations. Lagrangians. Symmetries and conserved currents, Noether's theorem.
2. **Quantum fields:** Systems of indistinguishable particles, bosonic and fermionic Fock spaces, creation and annihilation operators. Systems of harmonic oscillators and of free bosons. Free relativistic quantum fields. Functional integrals. Models with external sources.
3. **Interacting quantum fields:** S matrix, scattering amplitudes, scattering cross-sections, decay rates. S matrix and Green's functions, reduction formulae. Perturbative expansions, Feynman diagrams and Feynman rules, Wick's theorems.
4. **Applications to elementary particle physics**
5. **Advanced problems:** Renormalisation. Non-perturbative approaches.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices | NOMBRE DE CRÉDITS | 7 |
| BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages recommandés. | SESSION D'EXAMEN | Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: | 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. | | |

ENSEIGNEMENTS DE SERVICE ET COURS SPÉCIAUX
LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

| <i>Nom de l'enseignant</i> | <i>Cours</i> | <i>Section(s)</i> | <i>Page(s)</i> |
|----------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Ansermet Jean-Philippe | Mécanique générale I, II | E+GM | 138, 139 |
| Benoit Willy | Mécanique générale I, II | MT+MX | 140, 141 |
| Buttet Jean | Physique générale I, II | IN+SSC | 142, 143 |
| Deveaud-Plédran Benoît | Physique générale I, II Optoélectronique | GM MT | 144, 145 146 |
| Gotthardt Rolf | Mécanique générale I, II [cours en allemand] | GC+GR+E+ GM+MT+MX | 147, 148 |
| Kapon Eli | Physique générale I, II | MT | 149, 150 |
| Kern Klaus | Physique générale I, II [cours en allemand] | MT | 151, 152 |
| Margaritondo Giorgio | Physique générale I, II, III | CH | 153, 154, 155 |
| Meister Jean-Jacques | Physique générale I, II | GC+GR | 156, 157 |
| Monot René | Physique générale III | E | 158 |
| Sanjines Rosendo | Travaux pratiques de physique | ME+MT | 159, 160 |
| Schaller Robert | Travaux pratiques de physique | GC+GR+E+ MA+MX | 161, 162, 163, 164 |
| Stergiopoulos Nikos | Mécanique générale I, II | GC+GR | 165, 166 |
| Villard Laurent | Physique générale III, IV | IN | 167, 168 |
| Zuppiroli Libero | Physique générale I, II | MX+MA | 169, 170 |
| Vacat | Physique générale I, II | E | 171, 172 |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| ÉLECTRICITÉ..... | 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 3 |
| ÉLECTRICITÉ ETS..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| GÉNIE MÉCANIQUE ETS | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Être capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, paramétrisation, choix des repères de projection, inventaire des forces
- applications de l'équation de la quantité de mouvement et de la conservation du moment cinétique
- résolution des équations différentielles dans les cas élémentaires, discussion qualitative des cas complexes

CONTENU

Introduction

Rappel de notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

Oscillateur harmonique

Mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité

Cinématique

Coordonnées curvilignes, formules de Poisson, vitesse angulaire, corps solide indéformable

Changement de référentiel

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

Lois de Newton

d'un système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail

Forces

Friction, gravitation (lois de Keppler, loi de Newton, principe d'équivalence), électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts (ex. fusée)

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753, 809, Al1039, Dg28 | Examen écrit au propédeutique et contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation au niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique générale II, Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 Par semaine: |
| ÉLECTRICITÉ..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| GÉNIE MÉCANIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| ÉLECTRICITÉ ETS..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| GÉNIE MÉCANIQUE ETS. | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS

Être capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, choix des repères de projection, inventaire des forces
- applications de l'équation du moment cinétique et discussion qualitative
- calcul de moments d'inertie et de positions de centres de masse
- expression de lagrangiennes, dérivation des équations du mouvement.

CONTENU

Dynamique du corps solide

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique, axe de rotation fixe, effets gyroscopiques

Mécanique analytique

Équations de Lagrange, contraintes holonômes et forces conservatrices, oscillations autour d'une position d'équilibre et oscillateurs couplés

Introduction au corps solide déformable

Chaînettes, corps élastique isotrope, notion de tenseur.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753, 809, A11039, Dg28 | Examen écrit au propédeutique et contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique générale I, Analyse I | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique Générale, Mécanique vibratoire, Résistance des matériaux | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: W. BENOIT, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| MICROTECHNIQUE..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MATÉRIAUX..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| MICROTECHNIQUE ETS.. | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel. Il sera capable d'analyser l'évolution de systèmes matériels et de trouver les forces responsables du mouvement.

CONTENU

Introduction à la physique générale

Espace de configuration

Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseur; centre de masse.

Cinématique

Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et accélérations.

Dynamique

Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

Gravitation universelle

Équivalence masse d'inertie et masse gravifique; champ gravifique; lois de Képler.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Mécanique Générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices | 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation au niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique générale II, Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: W. BENOIT, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| MICROTECHNIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MATÉRIAUX..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 2 |
| MICROTECHNIQUE ETS.. | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois de la dynamique des systèmes matériels; il sera capable de les appliquer à l'étude de l'équilibre et du mouvement, de solides et de systèmes de points matériels.

CONTENU

Systèmes à 1 degré de liberté

Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.

Dynamique du solide

Tenseur d'inertie; mouvement du solide; gyroscope; chocs et percussions.

Eléments de statique

Conditions d'équilibre, forces de réaction et tensions; position d'équilibre.

Changement de référentiel et relativité restreinte

Principe de la relativité de Galilée; forces d'inertie et de Coriolis. Théorie relativiste: expériences fondamentales; transformations de Lorentz et conséquences.

Mécanique Lagrangienne (Introduction)

Equations de d'Alembert, de Lagrange et d'Hamilton pour les systèmes holonomes.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Mécanique Générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices | 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique générale I, Analyse I | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique générale, Mécanique appliquée. Mécanique analytique, Résistance des matériaux | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: J. BUTTET, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| INFORMATIQUE..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| SYSTÈMES DE COMMUN | 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

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Etre capable d'utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

I MÉCANIQUE

1. Introduction
2. Cinématique du Point Matériel
Trajectoire, vitesse, accélération
3. Changements de Référentiels
Translation et rotation
4. Dynamique du Point Matériel
Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Lois de Newton. Gravitation. Mouvement central.
Mouvement vibratoire. Forces de frottement.
5. Travail, Puissance et Énergie
Énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique.

(suite : cf. Physique Générale II)

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn : PHYSIQUE GENERALE) et corrigés d'exercices | Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Utilisation progressive d'Analyse I <i>Préparation pour:</i> Physique Générale II, III, IV | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: J. BUTTET, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| INFORMATIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| SYSTÈMES DE COMMUN | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Etre capable d'utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

Suite du cours de Physique Générale I

I MÉCANIQUE (suite)

6. Dynamique des Systèmes

Centre de masse. Moment cinétique. Énergie, Solide indéformable

7. Relativité restreinte

Transformation de Lorentz. Quantité de mouvement et énergie relativistes

II MÉCANIQUE DES FLUIDES

1. Définition des solides et des fluides

2. Mécanique des fluides parfaits

3. Les fluides réels

III PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

1. Notions générales sur la propagation d'une onde

2. Composition d'ondes

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn : PHYSIQUE GENERALE) | Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique Générale III, IV | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> GÉNIE MÉCANIQUE..... GÉNIE MÉCANIQUE ETS. | <i>Semestre</i> 2 2 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 84</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours 4</i> <i>Exercices 2</i> <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

Thermodynamique :

Description macroscopique et microscopique d'un gaz parfait. Variables et fonctions d'état, changements de phases. Notions de physique statistique, théorie moléculaire, chaleur, entropie, température. Premier et deuxième principe de la thermodynamique, réversibilité, cycle de Carnot, rendement des machines thermiques. Changements de phase.

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.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck | Contrôle continu partiel Propédeutique en fin d'année |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique I <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| GÉNIE MÉCANIQUE..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| GÉNIE MÉCANIQUE ETS. | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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

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.

Optique :

Dualité corpusculaire et ondulatoire. Réflexion, réfraction, lentilles, instruments d'optique. Principe de Huygens, interférences, Michelson, diffraction, polarisation. Holographie, biréfringence, 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.

Mécanique des fluides :

Fluides incompressibles, conservation de masse. Équations d'Euler et loi de Bernoulli. Théorèmes de circulation. Phénomènes capillaires.

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 de Big Bang.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck | Contrôle continu partiel Propédeutique en fin d'année |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: Mécanique I et II Préparation pour: | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Titre :</i> | OPTOÉLECTRONIQUE | | <i>Title:</i> | OPTOELECTRONICS | |
| <i>Enseignant :</i> | B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP | | | | |
| <i>Section (s)</i> MICROTECHNIQUE | <i>Semestre</i> 7 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 28</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs.

CONTENU

- Notions de base, rappels :**
A la fois en optique et en physique des semiconducteurs.
Avec des rappels de mécanique quantique
- Principes de base de l'effet laser :**
Relations d'Einstein, gain, émission stimulée, oscillation laser, blocage de modes...
- Lasers à semiconducteurs et diodes électroluminescentes :**
DEL, spectre d'émission, puissance, rendement - Laser à hétérojonction, à puits quantique,...
- Photodétecteurs :**
Photoconducteur, photodiode p-n, p-i-n-, à avalanche, fréquence de coupure, bruit...
- Modulateurs de lumière :**
Biréfringence, Électro-absorption, effets Pockels, Kerr, acousto-optique, Stark confiné...
- Guides optiques - Fibres optiques :**
Guides d'onde plans, diélectriques, modes, couplage de la lumière -Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion
- Systèmes de télécommunication optique :**
Fibres optiques, sources, détecteurs- Modulation, multiplexage, systèmes, bilan de liaison

OBJECTIVE

Get to know and understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials.

CONTENT

- Basics:**
Both in optics and semiconductor physics, some selected topics in quantum mechanics.
- Basics of laser effect:**
Einstein's relations, gain, stimulated emission, laser oscillations, modelocking...
- Light emitting diodes, semiconductor lasers:**
LEDs, emission spectrum, output power, Lasers, DHS, quantum well, GRINSCH...
- Photodetectors :**
Photoconductor, photodiode : p-n, p-i-n-, avalanche, frequency, noise...
- Light Modulators :**
Birefringence, Electro-absorption, Pockels, Kerr, acousto-optic, quantum confined Stark effects...
- Waveguides, optical fibers :**
Planar waveguides, dielectrics, modes, light coupling, Optical fibers, step-gradient index, dispersion...
- Optical telecommunication systems :**
Sources, optical fibers, detectors, modulation, multiplexing, systems, links...

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral ex cathedra | NOMBRE DE CRÉDITS |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié, Photonics, Saleh Teich, J. Wiley | SESSION D'EXAMEN Automne |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | FORME DU CONTRÔLE: Examen oral |
| <i>Préalable requis:</i> Physique des dispositifs à semiconducteurs | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I / MECHANIK I [COURS EN ALLEMAND] | | | | | |
| Enseignant: R. GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 Par semaine: |
| GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX .. | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| GÉNIE MÉCANIQUE | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |
| MICROTECHNIQUE..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

OBJECTIFS / ZIELSETZUNG

- 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.

CONTENU / INHALT

- Kinematik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe: Raum, Zeit
Bezugssysteme, Koordinatensysteme
Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Dynamik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe: Masse, Kraft
Newton'sche Gesetze
Arbeit, Leistung, kinetische Energie
Erhaltungssätze

- Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern

Eulersche Winkel
Rotationsvektor

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra und Uebungen

BIBLIOGRAPHIE: empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Gute Arbiturkenntnisse in Mathematik und Physik

Préparation pour: Mechanik II, "mécanique appliquée", "physique générale"

FORME DU CONTRÔLE:

Exercices en classe
Examen écrit au propédeutique

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II / MECHANIK II [COURS EN ALLEMAND] | | | | | |
| Enseignant: R. GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL.... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX.... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Cours 2</i> |
| GÉNIE MÉCANIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Exercices 2</i> |
| MICROTECHNIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Pratique</i> |

OBJECTIFS / ZIELSETZUNG

- Kennenlernen und Anwenden der Gesetze der Kinematik und der Dynamik von Materie-Systemen.
- Anwenden dieser Gesetze für die Bestimmung des Gleichgewichtes und der Bewegung von Systemen von Massenpunkten und von Festkörpern.

CONTENU / INHALT

- **Relativbewegungen**
Relative Bezugssysteme
Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- **Dynamik von Materie-Systemen**
Massenschwerpunkt
Impuls
- **Dynamik von nicht-verformbaren Festkörpern**
Trägheitsmoment, Hauptachsen
allgemeine Bewegungsgleichungen
- **Statik**
- **Stossmechanik**
- **Lagrange'sche Mechanik**

| | |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra und Uebungen | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen | Exercices en classe Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mechanik I, Analyse I | |
| <i>Préparation pour:</i> "mécanique appliquée", "physique générale" | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I : THERMODYNAMIQUE ET ONDES | | | | | |
| Enseignant: E. KAPON, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> MICROTECHNIQUE..... | <i>Semestre</i> 2 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 84</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 4 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBJECTIFS

- Formuler les principes de la thermodynamique et de la théorie des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces domaines et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

CONTENU

Thermodynamique :

- La théorie cinétique des gaz
- Le principe d'équipartition; la loi de Boltzmann
- Travail; chaleur; premier principe
- Rendement de machines thermiques; deuxième principe
- Entropie; potentiels thermodynamiques

Ondes :

- Équations d'onde et solutions
- Réflexion et transmission
- Superposition des ondes; ondes stationnaires
- Interférence et diffraction
- Dispersion

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés et références à la littérature | Contrôle continu Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale <i>Préparation pour:</i> Cours du 2e cycle | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II : ÉLECTRODYNAMIQUE, HYDRODYNAMIQUE | | | | | |
| Enseignant: E. KAPON, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 70</i> |
| MICROTECHNIQUE..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| MICROTECHNIQUE ETS.. | 3 | <input checked="" 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

- Formuler les principes de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces domaines et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

CONTENU

Électricité et Magnétisme :

- Charges et champs électriques; le théorème de Gauss
- Potentiel électrique; capacité et diélectriques
- Conduction électrique
- Champs magnétiques; le théorème d'Ampère
- Champs dépendant du temps; la loi de Faraday; l'inductance
- Les équations de Maxwell; ondes électromagnétiques

Hydrodynamique :

- Dynamique des fluides parfaits ou visqueux
- Écoulement laminaire et turbulent

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés et références à la littérature | Contrôle continu Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale | |
| <i>Préparation pour:</i> Cours du 2e cycle | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : EXPERIMENTALPHYSIK I/PHYSIQUE GÉNÉRALE I [COURS EN ALLEMAND] | | | | | |
| Enseignant: K. KERN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> MICROTECHNIQUE..... | <i>Semestre</i> 2 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales:</i> 84 <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 4 <i>Exercices</i> 2 <i>Pratique</i> |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ZIELSETZUNG / OBJECTIFS

Ziel des Kurses ist es den Studenten der Ingenieurwissenschaften eine logische und einheitliche Darstellung der modernen Physik zu geben. Das Schwerpunkt liegt dabei auf den grundlegenden Konzepten, die das Wesentliche der Physik ausmachen. Physikalische Phänomene werden so dargestellt, dass der Hörer ein klares Verständnis ihrer Bedeutung gewinnt, ihre experimentellen Grundlagen erkennt und die enge Beziehung zwischen Theorie und Experiment feststellt.

INHALT / CONTENU

Elektrizität, Magnetismus und Grundlagen der Quantenphysik

- I.1 Elektrische Wechselwirkung
- I.2 Der elektrische Strom
- I.3 Magnetische Wechselwirkung
- I.4 Magnetismus der Materie
- I.5 Zeitabhängige elektromagnetische Felder
- I.6 Elektromagnetische Wellen
- I.7 Photonen
- I.8 Entwicklung der Quantenphysik, Welle - Partikel Dualität
- I.9 Grundlagen der Quantenmechanik

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Demtröder: Experimentalphysik II & III, Springer-Verlag, Berlin, 1996 | Exercices à la maison avec système de bous |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | Examen écrit au Propédeutique I |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale | |
| <i>Préparation pour:</i> Cours du 2e cycle | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : EXPERIMENTALPHYSIK II/PHYSIQUE GÉNÉRALE II [COURS EN ALLEMAND] | | | | | |
| Enseignant: K. KERN, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| MICROTECHNIQUE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

ZIELSETZUNG / OBJECTIFS

Ziel des Kurses ist es den Studenten der Ingenieurwissenschaften eine logische und einheitliche Darstellung der modernen Physik zu geben. Das Schwergewicht liegt dabei auf den grundlegenden Konzepten, die das Wesentliche der Physik ausmachen. Physikalische Phänomene werden so dargestellt, dass der Hörer ein klares Verständnis ihrer Bedeutung gewinnt, ihre experimentellen Grundlagen erkennt und die enge Beziehung zwischen Theorie und Experiment feststellt.

INHALT / CONTENU

Atome, Moleküle und kondensierte Materie

- II.1 Einfachste Atome und Moleküle
- II.2 Aufbau von Molekülen
- II.3 Temperatur und Wärmebewegung der Moleküle
- II.4 Energieverteilung in Molekülanhäufungen
- II.5 Wärmelehre
- II.6 Zwischenmolekulare Kräfte und Aggregation
- II.7 Die Struktur fester Körper
- II.8 Elektronen im Festkörper
- II.9 Halbleiter
- II.10 Amorphe Festkörper, Flüssigkeiten und Flüssigkristalle
- II.11 Reale feste und flüssige Körper
- II.12 Strömende Flüssigkeiten und Gase

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Demtröder: Experimentalphysik II & III, Springer-Verlag, Berlin, 1996 | Exercices à la maison avec système de bous |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | Examen écrit au Propédeutique I |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale | |
| <i>Préparation pour:</i> Cours du 2e cycle | |

| | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: | G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| CHIMIE..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| CHIMIE FACULTÉ..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn: PHYSIQUE GENERALE) et notes de cours | Examen écrit au propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| Préalable requis: | Utilisation progressive d'Analyse I |
| Préparation pour: | Physique générale II |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| CHIMIE..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| CHIMIE FACULTÉ..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 1 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

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 transition de phase.
- 2) 1er et 2e principes: énergie interne et entropie.
- 3) Transfert de chaleur: conduction, convection, rayonnement.

ÉLECTROMAGNÉTISME (début)

- 1) Electrostatique: 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) Équation de Maxwell
- 6) Eléments de théorie des ondes

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | Examen écrit au propédeutique I |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III | | | | | |
| Enseignant: | G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 42 |
| CHIMIE..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| CHIMIE FACULTÉ..... | 3 | <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

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

OPTIQUE

- 1) Phénomènes d'interférence et de diffraction.
- 2) Effet Doppler, vitesse de phase, vitesse de groupe.
- 3) Principe de Fermat.
- 4) Phénomènes de polarisation.
- 5) Eléments d'optique géométrique.

INTRODUCTION ÉLÉMENTAIRE À LA PHYSIQUE MODERNE

- 1) Effet photoélectrique: le photon.
- 2) Les électrons comme des ondes, atome de Bohr.
- 3) Principes de Heisenberg et de correspondance.
- 4) Discussion élémentaire de l'équation d'onde.
- 5) Principe de Pauli, table périodique.
- 6) Applications aux liaisons chimiques.
- 7) Éléments de physique des particules.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit Propédeutique II |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 70</i> |
| GÉNIE CIVIL..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| GÉNIE RURAL | 2 | <input checked="" 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

- Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.
- Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

CONTENU

- **Physique des fluides :**
Cinématique des fluides; dynamique des fluides parfaits, équations d'Euler et de Bernoulli; écoulement d'un fluide visqueux, équation de Navier-Stokes; écoulements laminaire et turbulent.
- **Thermodynamique :**
Système thermodynamique; équilibre thermique; échanges d'énergie, premier principe; réversibilité, entropie, deuxième principe; potentiels thermodynamiques; changements de phase; introduction à la physique des surfaces; introduction à la thermodynamique des processus irréversibles.
- **Phénomènes de transport :**
Conduction de la chaleur, diffusion de matière; convection; rayonnement.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Listes d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices | Examen écrit propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique générale II | |

| | | | | | |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: | J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 70 |
| GÉNIE CIVIL..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| GÉNIE RURAL | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 3 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

- Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.
- Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

CONTENU

- **Électromagnétisme :**
Électrostatique, champ et potentiel électriques; courants électriques stationnaires; magnétostatique; champs électriques et magnétiques dans la matière, polarisation et aimantation; champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; circuits électriques en régime non-stationnaire; équations de Maxwell.
- **Phénomènes de propagation ondulatoire :**
Ondes dans un milieu matériel et ondes électromagnétiques : propagation, effet Doppler; phénomènes d'interférences, interactions ondes-milieu de propagation.
- **Optique géométrique :**
Lentilles; instruments d'optique; aberrations; holographie; lasers.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices; Alonso/Finn "Physique générale 2" 1992, Interedition | Examen écrit propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Physique générale I | |
| <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III | | | | | |
| Enseignant: R. MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| ÉLECTRICITÉ..... | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| ÉLECTRICITÉ ETS..... | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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

Introduction à la mécanique quantique, préparant aux cours de 2ème cycle en matériaux, microélectronique, optoélectronique et optique.

CONTENU

1. Les limites de la physique classique
2. Les principes de la physique quantique et son formalisme
3. La fonction d'onde et l'équation de Schrödinger
4. Puits et barrières de potentiel
5. L'oscillateur harmonique : les vibrations atomiques
6. Observables compatibles et incompatibles. Les relations de Heisenberg
7. L'atome d'hydrogène, l'atome à plusieurs électrons, le tableau périodique des éléments
8. Électrons dans un cristal : structure de bandes
9. Statistiques quantiques

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours avec exercices intégrés | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées | Contrôle continu et examen écrit au Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Mécanique générale, Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire | |
| <i>Préparation pour:</i> 2ème cycle | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) MÉCANIQUE..... | Semestre 3 | Oblig. <input checked="" type="checkbox"/> | Option <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 28 Par semaine: <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

OBJECTIFS

Présenter, par des expériences pratiques, une vue générale des phénomènes physiques et de leurs relations mutuelles. Compléter les connaissances acquises aux cours. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Apprendre la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer le sens de l'initiative et de la créativité

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la Section.

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par le Département concerné.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux dirigés en laboratoire sous forme de projets, à raison de 4 h., toutes les 2 semaines | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées, bibliothèque spécialisée à disposition; Douglas C. Giancoli "Physique générale 1, 2, 3" 1993, Ed. de Boeck Wesmael | Contrôle continu : rapports écrits, 1 exposé oral |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> MICROTECHNIQUE..... | <i>Semestre</i> 4 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 28</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique 2</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 le sens de l'initiative et de la créativité.

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la Section.

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par le Département concerné.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux dirigés en laboratoire, à raison de 4 h, toutes les 2 semaines | FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu : rapports écrits et 1 exposé oral |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition; Douglas C. Giancoli "Physique générale 1, 2, 3" 1993, Ed. de Boeck Wesmael | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 |
| GÉNIE CIVIL..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| GÉNIE RURAL | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique 2 |

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 pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. 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 les départements concernés.

Exemples :

- a) torsion élastique, essai de traction, viscosité, tension superficielle
- b) moteur de Stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température, regel
- c) oscillations libres et forcées, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) énergie solaire, énergie nucléaire (réacteur nucléaire), rayons X, technique du vide

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées | Contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) ÉLECTRICITÉ..... | Semestre 4 | Oblig. <input checked="" type="checkbox"/> | Option <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 28 Par semaine: <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

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 pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. 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 les départements concernés.

Exemple :

- a) torsion élastique, essai de traction, viscosité, tension superficielle
- b) moteur de Stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température
- c) oscillations libres et forcées, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) énergie solaire, rayons X, technique du vide

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées | Contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 28 Par semaine: <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 2 |
| MATHÉMATIQUES | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

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 pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. 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 les départements concernés.

Exemple :

- a) torsion élastique, essai de traction, viscosité, tension superficielle
- b) moteur de Stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température
- c) oscillations libres et forcées, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) énergie solaire, énergie nucléaire, rayons X

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées | Contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE | | | | | |
| Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) MATÉRIAUX..... | Semestre 4 | Oblig. <input checked="" type="checkbox"/> | Option <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Facult. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Heures totales: 42 Par semaine: <i>Cours</i> <i>Exercices</i> <i>Pratique</i> 3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

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 pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. 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 les départements concernés.

Exemples :

- a) torsion élastique, viscosité, tension superficielle
- b) moteur de stirling, pompe à chaleur, pouvoir calorifique des combustibles, transmission de chaleur, mesures de la température
- c) oscillations libres et forcées, cordes vibrantes, vitesse du son, ultrasons, spectroscopie optique
- d) optique géométrique, instruments d'optique, interférométrie
- e) énergie solaire, énergie nucléaire (réacteur nucléaire), rayons X, technique du vide

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 3 h par semaine | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopierées | Contrôle continu |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale | |
| <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: N. STERGIOPULOS, Professeur assistant EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 56</i> |
| GÉNIE CIVIL..... | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| GÉNIE RURAL | 1 | <input checked="" 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

Introduire les lois et méthodes de la physique permettant la description et la dérivation des équations de mouvement ainsi que l'étude de l'évolution des systèmes mécaniques.

CONTENU

- **Espace de configuration :**
Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseurs; équilibre statique; centre de masse.
- **Cinématique :**
Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et des accélérations.
- **Dynamique du point matériel :**
Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.
- **Changement de référentiel :**
Référentiels non galiléens; force d'inertie et de Coriolis.
- **Gravitation universelle :**
Lois de Keppler, dynamique terrestre.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices | 2 tests écrits durant le semestre Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique générale II, physique générale | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: N. STERGIOPULOS, Professeur assistant EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 56 |
| GÉNIE CIVIL..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| GÉNIE RURAL | 2 | <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

Amener l'étudiant à la connaissance des lois de la dynamique des systèmes matériels et à l'application de ces lois dans l'étude du mouvement et de l'équilibre.

CONTENU

- **Mouvements oscillants :**
Oscillateurs harmoniques, amortis et forcés; résonance; oscillateurs harmoniques couplés.
- **Relativité restreinte (introduction) :**
Expériences fondamentales; transformation de Lorentz et ses conséquences.
- **Dynamique des systèmes matériels :**
Lois générales; lois de conservation; énergie cinétique, potentielle et mécanique.
- **Dynamique du solide :**
Moment et produit d'inertie; axes principaux d'inertie; équations d'Euler; énergie cinétique et mécanique; gyroscope.
- **Notions de choc**

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices | 2 tests écrits durant le semestre Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Bonne formation niveau maturité | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique générale II, physique générale | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III | | | | | |
| Enseignant: L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> INFORMATIQUE..... | <i>Semestre</i> 3 | <i>Oblig.</i> <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Option</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Facult.</i> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <i>Heures totales: 70</i> <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <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. PHYSIQUE DES FLUIDES

Cinématique du mouvement des fluides. Dynamique des fluides parfaits. Equation de Bernouilli. Fluides visqueux et équation de Navier-Stokes. Ecoulement laminaire et écoulement turbulent. Portance et trainée.

II. PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

Équation de d'Alembert. Onde propageante et onde stationnaire. Décomposition en ondes élémentaires sinusoïdales. Vitesse de phase et vitesse de groupe. Dispersion. Interférence. Principe de Huygens. Cavité résonante. Diffraction. Effet Doppler. Applications aux ondes sonores dans un fluide, aux ondes de surface sur un liquide et aux ondes élastiques dans un solide.

III. ÉLECTROMAGNÉTISME

Électrostatique : Force de Coulomb. La charge comme source du champ électrique. Loi de Gauss. Potentiel. Dipôle. Capacité. Energie. Polarisation de la matière.

Magnétostatique : Force de Lorentz. Le courant comme source du champ magnétique. Loi d'Ampère. Dipôle. Aimantation de la matière: dia-, para- et ferro-magnétisme.

Introduction : Force électromotrice. Loi de Faraday. Inductance. Energie magnétique.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1 et 2), InterEditions, Paris 1986 | Test payant facultatif en cours de semestre Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Physique générale I et II | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique générale IV | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE IV | | | | | |
| Enseignant: L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 84</i> |
| INFORMATIQUE..... | 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

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

III. ÉLECTROMAGNÉTISME (suite)

Équations de Maxwell : Conservation de la charge. Energie électromagnétique. Flux de Poynting. Rayonnement.

IV. INTRODUCTION A LA MÉCANIQUE QUANTIQUE

Limites de la physique classique. Nature duale (ondulaire et corpusculaire) des particules. Ondes électromagnétiques et photons. Relations de Broglie. Principe d'incertitude. Fonction d'onde.

Équation de Schrödinger. Etats propres. Puits et barrières de potentiel. Effet tunnel. Structure atomique. Absorption et émission de rayonnement.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1 et 2), InterEditions, Paris 1986 | Test payant facultatif en cours de semestre Examen écrit Propédeutique II |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> Physique générale I, II et III <i>Préparation pour:</i> | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| MATÉRIAUX..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| MATHÉMATIQUES..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

Il s'agit, dans un domaine restreint, de mettre en lumière les méthodes de la physique. Les participants seront confrontés aux grands problèmes du XVIII^e et XIX^e siècles : la chaleur, le son, la lumière, l'agitation moléculaire.

CONTENU

LES PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE, LA DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DE L'ÉQUILIBRE

Aperçu historique des faits expérimentaux et de leurs interprétations. Au-delà de la mécanique, température et chaleur, énergie interne, entropie et énergie libre.

THÉORIE CINÉTIQUE DES GAZ

Du macroscopique au microscopique, l'approche probabiliste la plus simple, celle de Maxwell; éléments de statistique des polymères.

LES ONDES

Des ondes sonores à la lumière, de l'optique géométrique aux interférences et à la diffraction.

ÉLÉMENTS D'ÉLECTRODYNAMIQUE

De l'électrostatique aux équations de Maxwell et à la propagation des ondes électromagnétiques.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Recueil d'exercices et de documents. University Physics (second edition) by Alvin Hudson and Rex Nelson | Examen écrit au Propédeutique I préparé par deux ou trois auto-contrôles |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II | |
| <i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique, Physique du solide, Spectroscopie, etc. | |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 70</i> |
| MATÉRIAUX..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| MATHÉMATIQUES..... | 3 | <input checked="" 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

Ce semestre de physique générale est entièrement consacré à la physique microscopique. Il s'agit d'aboutir à une compréhension satisfaisante des concepts quantiques utiles en science des matériaux : atome, molécules, chaînes linéaires. La mécanique quantique est aussi présentée comme la base de toutes les spectroscopies usuelles.

CONTENU

LES PHÉNOMÈNES QUANTIQUES

Les principales expériences qui ont conduit à la découverte des aspects quantiques du monde microscopique sont reproduites devant les étudiantes et étudiants et commentées : effet photoélectrique, raies de Balmer et spectres d'émission, absorption du sodium, expérience de Frank et Hertz, diffraction électronique.

LES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE ET LE FORMALISME MATHÉMATIQUE QUI EN REND COMPTE

C'est le concept de mesure en physique microscopique qui sert ici de fondement à la construction quantique. L'utilisation de l'algèbre linéaire est préférée à la manipulation des équations différentielles.

LA QUANTIFICATION DES PRINCIPAUX MOUVEMENTS ET DE SES APPLICATIONS

Vibration et rotation des molécules, mouvement central dans l'atome d'hydrogène. Revue rapide des méthodes de spectroscopie utilisées en science des matériaux. Discussion de la notion d'orbitale atomique et d'hybridation.

LA MÉTHODE DES PERTURBATIONS et son application à la théorie de l'électron presque libre.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopié du cours et recueil d'exercices. University Physics by Alvin Hudson and Rex Nelson, pour la première partie seulement | Examen écrit au Propédeutique I préparé par deux ou trois auto-contrôles |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Physique générale I, Algèbre Linéaire | |
| <i>Préparation pour:</i> Les liaisons chimiques, Spectroscopie, Physique des solides | |

| | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I | | | | | |
| Enseignant: vacat, EPFL/DP | | | | | |
| Section (s) | Semestre | Oblig. | Option | Facult. | Heures totales: 84 |
| ÉLECTRICITÉ..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Par semaine: |
| ÉLECTRICITÉ ETS..... | 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Cours 4 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Exercices 2 |
| | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pratique |

OBJECTIFS

- Formuler les principes de la thermodynamique et de la théorie des ondes
- Décrire les transformations thermodynamiques et la propagation des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Équilibre thermique et chaos moléculaire, équations d'état
- Travail, chaleur, premier principe, rendement des machines thermiques
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques
- Applications : changements de phases, capillarité, diffusion
- Équations d'onde et solutions, impédance, intensité
- Superpositions d'ondes : réflexion et transmission, ondes stationnaires, interférence et diffraction.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle | FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit au propédeutique |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique générale III, cours du 2e cycle | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II | | | | | |
| Enseignant: vacat, EPFL/DP | | | | | |
| <i>Section (s)</i> | <i>Semestre</i> | <i>Oblig.</i> | <i>Option</i> | <i>Facult.</i> | <i>Heures totales: 70</i> |
| ÉLECTRICITÉ..... | 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <i>Par semaine:</i> |
| ÉLECTRICITÉ ETS..... | 3 | <input checked="" 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

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Electrostatique, magnétostatique; champs dans la matière
- Champs dépendant du temps, loi d'induction, équations de Maxwell, ondes électromagnétiques
- Dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernoulli, de Navier-Stokes
- Portance, tourbillons, similitude, turbulence.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstration, exercices en salle | FORME DU CONTRÔLE: |
| BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés | Examen écrit au propédeutique |
| LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: | |
| <i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale | |
| <i>Préparation pour:</i> Physique générale III, cours du 2e cycle | |