

Physique
Livret des cours

Physics
Catalogue of courses



TABLE DES MATIERES

Informations générales	1
General informations	6
Calendrier académique	11
Ordonnance sur le contrôle des études	19
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	142

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 nécessaires 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** revêt plusieurs formes : examens oraux ou écrits, laboratoires, travaux pratiques, projets.

Michel Jaccard
directeur des affaires académiques

Professeur Dominique 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 adressées au Service académique (voir adresse en 2^{ème} page du guide)

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 et accident
prouvant que les frais médicaux et d'hospitalisation sont couverts en Suisse.

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

INFORMATIONS GENERALES

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. Conjointes et enfants peuvent cependant faire chaque année deux séjours de 90 jours en Suisse au titre de "touristes".

Prolongation du permis de séjour

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

② Finances, taxes de cours et dispenses

Les montants mentionnés ci-dessous (valeur 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 précédant l'année académique concernée. Les étrangers non résidant en Suisse ne peuvent pas déposer de demande pour leur première année d'études.

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

③ Assurance maladie et accident

L'assurance maladie et accidents est obligatoire en Suisse. Tout étudiant étranger doit s'affilier à une assurance reconnue par la Suisse. S'ils le désirent, les étudiants peuvent adhérer, à l'assurance collective de l'EPFL, la 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 2^{ème} page du guide).

④ Office de la mobilité

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

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

Les heures de réception figurent en 2^{ème} page du guide.

⑤ Service social

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

Les heures de réception figurent en 2^{ème} page du guide.

INFORMATIONS GENERALES

⑥ Documents officiels pendant les études

Calendrier académique

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

Horaire des cours

Ce document est à disposition au Service académique. Il est édité chaque semestre et contient, pour chaque section, le placement à l'horaire et le lieu où se déroulent les cours, exercices et travaux pratiques.

⑦ Langues d'enseignement

Une bonne connaissance du français est indispensable pour les études de 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 étudiants étrangers.

C. Vie pratique

① 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

aller au spectacle et entre FS 12.- et FS 15.- pour une place au cinéma.

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

② Logement

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

Service du logement

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

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

Les heures de réception figurent en 2^{ème} 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 étudiants ou au Foyer catholique universitaire dont les adresses figurent en 2^{ème} 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.

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.-.

③ Restauration

Divers restaurants et cafétérias sont à la disposition des étudiants de l'EPFL qui peuvent y prendre leur repas de midi et du soir. Les étudiants peuvent acheter à l'AGEPOLY des coupons-repas, leur donnant droit à un prix de 6.- par repas (valeur mai 1997).

④ Travaux rémunérés

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

Contrainte légale

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

Contrainte académique

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

Contrainte conjoncturelle

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

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

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

⑤ Transports

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

⑥ Parkings

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

⑦ Aide aux études

Les bibliothèques

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

Les salles d'ordinateurs

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

⑧ Commerces

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

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

⑨ Centre sportif universitaire

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

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

GENERAL INFORMATION

How the diploma course is organised

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 Dominique 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. Information and procedure

① *Foreign student permits and visas for entering Switzerland*

Visas

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

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

Foreign students without resident permits

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

- Passport
with student visa if necessary
- Arrival report
supplied by the "bureau des étrangers"
- Student questionnaire
supplied by the "bureau des étrangers"
- Proof of studentship
provided by the EPFL during the admissions week
- 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
- Guarantee statement (this form can be obtained from the "bureau des étrangers". The guarantor must be living in Switzerland and be able to prove he or she has the financial means to support the student. His or her signature must be certified by the local authorities
- Proof of medical and accident insurance for Switzerland

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

GENERAL INFORMATION

Foreign students with a B permit

Documents to be provided:

- Passport or identity papers
 - Student questionnaire
 - Proof of studentship from the EPFL
 - Bank statement or
 - Bank document or
 - Proof of grant or
 - Guarantee statement
- + 1. If resident in Lausanne
- residence permit
2. If resident in the Canton de Vaud
- 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 (price 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 FS 400.- and FS 500.-).

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

Halls of residence

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

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

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 choose.

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 1998 - 1999

DUREE DES SEMESTRES

HIVER : du 19 octobre 1998 au 5 février 1999 = 14 semaines
Interruption du 19 décembre 1998 au 4 janvier 1999

ETE : du 8 mars 1999 au 18 juin 1999 = 14 semaines
Interruption du 2 au 9 avril 1999 (Pâques)

PERIODES DES EXAMENS EN 1999

Session de printemps : du 15 au 27 février 1999
Session d'été : du 28 juin au 17 juillet 1999
Session d'automne : du 21 septembre au 9 octobre 1999

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

ABREVIATIONS

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

AOUT 1998

samedi 1er **Fête Nationale**

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 1998-1999 (Mme Vinckenbosch - SOC)

dernier délai pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à l'étranger)

affichage de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session d'automne

envoi de l'horaire des branches de diplôme pour la session d'automne

jeudi 10 **jusqu'au 30.09.1998** : examen d'admission

lundi 14 **jusqu'au 03.10.1998** : examens propédeutiques I,II

jusqu'au 03.10.1998 : examen de diplôme

lundi 21 Jeûne Fédéral (jour férié)

OCTOBRE 1998

- jeudi 1er Commission d'admission (ratification des résultats de l'examen d'admission) de 08h15 à 10h00 dans la salle CM/202
- jusqu'au 16.10.1998** : session de rattrapage de l'examen d'admission au travail pratique de diplôme pour les étudiants de 3^{ème} année de Systèmes de communication
- vendredi 2 envoi des bulletins de l'examen d'admission
- lundi 5 **jusqu'au 09.10.1998** : semaine d'immatriculation des nouveaux étudiants
- à fixer journées scientifiques et pédagogiques
- lundi 12 **jusqu'au 14.10.1998** : **CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des examens propédeutiques I,II et des épreuves théoriques de diplôme au niveau des départements
- jeudi 15 **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 I,II et de diplôme
- vendredi 16 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 19 **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 30 **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 1998

- lundi 2 **jusqu'au 04.11.1998** : **"Forum 98"** rencontre entre les étudiants et les entreprises. Stands d'exposition et présentations d'entreprises, conférences, entretiens de recrutement
- vendredi 13 **pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise des noms des experts aux examens propédeutiques I,II et aux examens de 3^{ème}/4^{ème} années (sauf aux branches de diplôme) pour les sessions de printemps, d'été et d'automne 99 (Mme Müller - SAC)

NOVEMBRE 1998 (suite)

- lundi 16 **dernier délai d'inscription** aux examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session de printemps et à apporter dans les secrétariats de département (sauf Génie civil, Systèmes de communication et Architecture)
- vendredi 20 **pour les secrétariats de département** dernier délai de remise, à Mme S. Müller du Service académique, des inscriptions aux examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session de printemps

DECEMBRE 1998

- lundi 14 **dès 17h00** : arrêt des cours pour le Noël universitaire ayant lieu à 17h15
- mardi 15 **ECHANGE USA - CANADA** : dernier délai pour le dépôt des candidatures (Mme Reuille - SOC)
- vendredi 18 **dès 18h00** : vacances de Noël jusqu'au 04 janvier 1999 à 08h00
dès 18h00 : vacances de Noël jusqu'au 04 janvier 1999 à 08h00 pour les diplômants effectuant leur travail pratique
- mardi 22 **pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise des demandes de propositions de modifications de plans d'études et règlements d'application 1999-2000 (M. Festeau - SAC)
CONFERENCE DES NOTES des branches de diplôme pour la section de Systèmes de communication
- mercredi 23 envoi des bulletins d'admission au travail pratique de diplôme pour la section de Systèmes de communication

JANVIER 1999

- lundi 4 **08h15** : reprise des cours
- lundi 11 **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 25 **jusqu'au 05.02.1999** : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture
- vendredi 29 **dernier délai de retrait** aux branches des examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session de printemps (Mme Müller - SAC)
fin du semestre d'hiver uniquement pour les étudiants de 4^{ème} année de la section Systèmes de communication
affichage de l'horaire des examens de 3^{ème}/4^{ème} années de la session de printemps

FEVRIER 1999

- vendredi 5
- pour les Chefs de département** : dernier délai de dépôt des documents servant à la préparation des plans d'études et règlements d'application 1999-2000 (M. Festeau - SAC)
- dernier délai d'inscription** aux examens propédeutiques I,II (session extraordinaire de printemps)
- pour les étudiants** : dernier délai de la feuille d'inscription au semestre d'été 1999 (Mme Bovat – SAC)
- 18h00 : fin des cours du semestre d'hiver pour toutes les sections sauf Systèmes de communication (4^{ème} année)**
- jusqu'au 08.03.1999** : vacances de printemps
- samedi 6
- pour les étudiants en section de Systèmes de communication** : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants
- lundi 8
- jusqu'au 16.02.1999** : examen de 4^{ème} année pour les étudiants de la section de Systèmes de communication
- vendredi 12
- pour les conseillers d'études** : dernier délai pour la remise des propositions de courses d'études (seulement pour les voyages d'une semaine) (M. Matthey – Service financier)
- samedi 13
- pour les étudiants** : dernier délai de remise des projets et rapports des TP aux enseignants
- lundi 15
- jusqu'au 25.02.1999** : jury des travaux de diplôme d'architecture et prix SVIA
- jusqu'au 27.02.1999** : examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session de printemps
- vendredi 19
- jusqu'à 12h00** : rendu des travaux pratiques de diplôme dans les secrétariats de département
- dernier délai d'inscription** aux divers prix (Mlle Loup - SAC)
- envoi de la convocation à la défense du travail pratique de diplôme
- envoi de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps
- samedi 20
- pour les enseignants** : dernier délai pour la remise des notes de travaux pratiques du semestre d'hiver 1998-1999 (Mme Müller - SAC) et affichage au Service académique pour la rentrée du 08.03.1999
- lundi 22
- envoi des bulletins semestriels du CMS
- vendredi 26
- Accueil à EURECOM** des étudiants de 4^{ème} 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 1999

- lundi 1er
- jusqu'au 06.03.1999** : voyages d'études de la 3^{ème} année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux
- jusqu'au 06.03.1999** : voyages d'études de la 4^{ème} année de Génie civil, Génie rural, Chimie et Architecture
- 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 (05 au 09 avril 1999)
- début des cours à EURECOM** pour les étudiants de 4^{ème} année de la section Systèmes de communication
- dernier délai pour le dépôt des candidatures au semestre d'été** pour une bourse de la Commission sociale (Mme Vinckenbosch - SOC)
- lundi 8
- 08h15 : début des cours du semestre d'été**
- jusqu'au 15.03.1999** : défense des travaux pratiques de diplôme
- jusqu'au 17.03.1999** : examens propédeutiques I,II (session extraordinaire de printemps)
- jusqu'au 23.04.1999** : exposition des travaux de diplôme de la section d'Architecture
- mardi 9
- CONFERENCE DES NOTES** des travaux pratiques de diplôme de la section d'Architecture à 11h00 dans la salle de conférence du SAC
- envoi des bulletins de diplôme de la section d'Architecture
- lundi 15
- dernier délai d'inscription** aux programmes de mobilité avec les universités de Grande-Bretagne et d'Irlande
- mardi 16
- affichage des travaux par les candidats aux prix Grenier et Stucky à la salle Polyvalente de 14h00 à 19h00
- mercredi 17
- jury des prix Grenier et Stucky
- jeudi 18
- jusqu'au 23.03.1999 : 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 19
- pour les Chefs de département** : dernier délai pour la remise de la liste "Mise à jour des doctorants" (Mme Bucurescu – SAC)
- lundi 22
- jusqu'au 23.03.1999 : CONTROLE ET ANALYSE DES RESULTATS** des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire au niveau des départements
- mercredi 24
- pour les Présidents des commissions d'enseignement :**
CONFERENCE DES NOTES des travaux pratiques de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps au niveau de l'Ecole, à 08h00 dans la salle CM/202
- envoi des bulletins de diplôme et des examens propédeutiques I,II de la session extraordinaire de printemps

MARS 1999 (suite)

mercredi 24	affichage de la liste des diplômés au Service académique dès 17h00
samedi 27	cérémonie de collation des diplômes d'ingénieurs et architectes

AVRIL 1999

vendredi 2	jusqu'au 05.04.1999 : Pâques (jours fériés) jusqu'au 09.04.1999 : suspension des cours
lundi 12	08h15 : reprise des cours dernier délai d'inscription aux branches des examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session d'été et à apporter dans les secrétariats de département (sauf Systèmes de communication)
vendredi 16	pour les secrétariats de département dernier délai de remise, à Mme S. Müller du Service académique, des inscriptions aux examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} années pour la session d'été
mercredi 28	EUROPE - SUISSE : dernier délai d'inscription aux programmes de mobilité (Mme Reuille - SOC)

MAI 1999

lundi 10	dernier délai d'inscription aux branches de diplôme des examens de 3^{ème}/4^{ème} années pour la session d'automne et à apporter dans les secrétariats de département
mardi 11	Journée magistrale
jeudi 13	Ascension (jour férié)
vendredi 14	course d'études des classes de 1 ^{ère} , 2 ^{ème} et 3 ^{ème} années d'Architecture pour les étudiants : dernier délai de remise de la feuille d'inscription provisoire au semestre d'hiver 1999-2000 (Mme Bovat – SAC) pour les secrétariats de département dernier délai de remise, à Mme S. Müller du Service académique, des inscriptions aux branches de diplôme des examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} années pour la session d'automne
jeudi 20	course d'études des classes du CMS, de 1 ^{ère} et 2 ^{ème} années de toutes les sections sauf Architecture course d'études des classes de 3 ^{ème} année de Génie civil, Génie rural, Chimie course d'études des classes de 4 ^{ème} année de Génie mécanique, Microtechnique, Electricité, Physique, Mathématiques, Informatique, Matériaux
lundi 24	Pentecôte (jour férié)
vendredi 28	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 1999

mardi 1 ^{er}	affichage de l'horaire des examens des 1 ^{er} et 2 ^{ème} cycles de la session d'été
lundi 7	jusqu'au 18.06.1999 : rendus et commissions d'examens des travaux pratiques d'architecture
mercredi 9 (sous réserve)	VIVAPOLY 99 : fête de l'Ecole
vendredi 11	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 des examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} années (Mme Müller - SAC) pour la session d'été
vendredi 18	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 des examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} 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 (1 ^{er} cycle) 18h00 : fin des cours du semestre d'été
mardi 22	pour les enseignants : dernier délai pour la remise des notes des branches pratiques de 1 ^{ère} et 2 ^{ème} années de la section de Chimie (M. Gerber - SAC)
vendredi 25	pour les étudiants : dernier délai pour la remise des projets et rapports de TP aux enseignants (2 ^{ème} cycle)
lundi 28	jusqu'au 10.07.1999 : examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} années (sauf Architecture) jusqu'au 17.07.1999 : examens propédeutiques I,II (sauf Architecture)

JUILLET 1999

vendredi 2	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 5	jusqu'au 17.07.1999 : examens de 3 ^{ème} /4 ^{ème} années d'Architecture jusqu'au 17.07.1999 : examens propédeutiques I,II d'Architecture
jeudi 8	Commission d'admission (ratification des résultats du CMS) de 10h00 à 12h00 dans la salle BS/280 envoi des bulletins semestriels du CMS

JUILLET 1999 (suite)

- jeudi 15 **dernier délai d'inscription à l'EPFL pour les étudiants étrangers**
- jeudi 22 **jusqu'au 26.07.1999 : CONTROLE ET ANALYSE DES
RESULTATS** des examens propédeutiques I,II et des examens de
3^{ème}/4^{ème} années au niveau des départements
- mardi 27 **pour les Présidents des commissions d'enseignement :
CONFERENCE DES NOTES** des examens propédeutiques I,II et des
examens de 3^{ème}/4^{ème} années au niveau de l'Ecole, de 08h00 à 12h00
dans la salle CM/202
- envoi des bulletins propédeutiques I,II et des examens de 3^{ème}/4^{ème}
années
- jeudi 29 Commission d'admission (admission des porteurs de certificats
étrangers de fin d'études secondaires)
- vendredi 30 **dernier délai d'inscription à l'EPFL pour les étudiants suisses**

AOUT 1999

- dimanche 1er **Fête Nationale**
- vendredi 13 **pour les Chefs de département : dernier délai pour la remise des
noms des experts aux branches de diplôme pour la session
d'automne 99 (Mme Müller - SAC)**
- vendredi 20 **dernier délai d'inscription à l'examen d'admission pour la session
d'automne**

SEPTEMBRE 1999

- mercredi 1er **dernier délai pour la demande des dispenses de finances de cours pour
l'année académique 1999-2000 (Mme Vinckenbosch - SOC)**
- vendredi 3 **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**
- dernier délai pour la Mobilité hors cadre (travail pratique de diplôme à
l'étranger)**
- affichage de l'horaire des examens propédeutiques I,II de la session
d'automne
- envoi de l'horaire des branches de diplôme pour la session d'automne
- jeudi 16 **jusqu'au 06.10.1999 : examen d'admission**
- lundi 20 Jeûne Fédéral (jour férié)
- mardi 21 **jusqu'au 09.10.1999 : examens propédeutiques I,II**
- jusqu'au 09.10.1999 : examens de 3^{ème}/4^{ème} années (branches de
diplôme) pour la session d'automne**

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 1991 ¹⁾
vu les directives du Conseil des EPF concernant les études dans les EPF du 14 septembre 1994 ²⁾

arrête :

Chapitre 1 : Dispositions générales

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 régie conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative ¹⁾.

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 2 : Examens propédeutiques

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 3 : Examen d'admission au travail pratique de diplôme**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 4 : Travail pratique de diplôme

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
 en Microtechnique
 en Electricité
 en Systèmes de communication

en Physique
 en Chimie
 en Mathématiques
 en Informatique
 en Matériaux
 en Architecture

ingénieur mécanicien (ing.méc.dipl.EPF)
 ingénieur en microtechnique (ing.microtechn.dipl.EPF)
 ingénieur électricien (ing.él.dipl.EPF)
 ingénieur en systèmes de communication
 (ing.sys.com.dipl.EPF)
 ingénieur physicien (ing.phys.dipl.EPF)
 ingénieur chimiste (ing.chim.dipl.EPF)
 ingénieur mathématicien (ing.math.dipl.EPF)
 ingénieur informaticien (ing.info.dipl.EPF)
 ingénieur en science des matériaux (ing.sc.mat.dipl.EPF)
 architecte (arch.dipl.EPF)

Chapitre 5 : 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.

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

1998 - 1999

arrêté par la direction de l'EPFL le 16 juin 1997,
état le 22 juin 1998

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

Au 2^{ème} cycle, selon les besoins pédagogiques, les heures d'exercices mentionnées dans le plan d'études pourront être intégrées dans les heures de cours ; les scolarités indiquées représentent les nombres moyens d'heures de cours et d'exercices hebdomadaires sur le semestre.

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			5			6			
	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Mathématiques :																					
Analyse I,II (en français) ou	Zwahlen	DMA	4	4		4	4														224
Analyse I,II (en allemand)	Wohlhauser	DMA	4	4		4	4														224
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	(2)																		140
Analyse III,IV	Chatterji	DMA							3	2		3	2								140
Algèbre linéaire I,II	Boéchat	MAF	3	2		3	2					2	2								56
Probabilité et statistique	Pfister	DMA																			42
Analyse numérique	Rappaz J.	DMA				2	1		2	1											42
Méthodes mathématiques de la physique	Pfister	DMA																			70
Géométrie II	Buser	DMA				3	2														42
Analyse avancée B ou	Chatterji	DMA																2	1		42
Analyse num. des éq. aux dériv. part. II	Quarteroni	DMA																2	1		42
Physique générale :																					
Mécanique générale I,II	Benoit	DP	3	2		2	2														126
Physique générale I	Chatelain A.	DP				4	2														84
Physique générale II,III	Martin J.-L.	DP							4	2		4	2								168
Physique TPD	Gremaud	DP									4			4							112
Physique TPA	Dimitropoulos	DP															8		8		224
Expérimentation numérique I,II (TP)	Baldereschi	DP										1		1	1		1				56
Chimie :																					
Chimie appliquée (en français) ou	Friedli	DC	4	1																	70
Chimie appliquée (cours en allemand)	Freitag + Friedli	DC	4	1																	70
Physique théorique :																					
Mécanique analytique	Cibils	PHF							3	2											70
Physique statistique I,II	Gruber	DP													2	2		2	2		112
Physique quantique I,II	Quattropiani	DP										2	2		2	2					112
Physique de la matière condensée :																					
Structure de la matière condensée	Martin J.-L./Schwarzenbach	DP/PHF							2	2											56
Physique des matériaux solides I+II	Brune + Buttet	DP													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	Tran Minh Q.	DP																2	2		56
Optique	Kapon	DP																2	2		56
Réseaux des neurones et mod. biol.	Gerstner	DI																2	2		56
Hydrodynamique	Deville	DGM																2	2		56
Informatique :																					
Programmation	Gennart	DI	1		3																56
Technologies :																					
Introduction à la métrologie	Schaller/Gremaud	DP	1		3																56
Electronique I,II	Mlynek	DE							2		2	2		2							112
Techniques de laboratoire	Savoie/Sanjines	DP																		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			168
- Histoire des sciences I,II	Zuppiroli	DP	2			2															56
- Histoire de la technique I,II	Grinevald	DMT	2			2															56
- Introduction à l'économie I,II	Schwartz	HEC							2			2									56
- Droit I,II	Haldy J.	DMT							2			2									56
- Management de projets MBO	Mlynek	DE													2						28
- Histoire des mathématiques I,II	Sesiano	DMA													2			2			56
- Communication I+II	Gaxer/Dunand +	UHD													2						28
- Histoire de l'architecture	Gubler	DA																2			28
- Innovation et création d'entreprise	Micol	UHD																2			28
- Marketing industriel	Léonard	HEC																2			28
Divers :																					
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP														1			1		28
Totaux : Tronc commun																					
			18	9	6	20	13		18	9	6	16	8	7	13	10	11	13	9	10	
Totaux : Par semaine			33			33			33			31			34			32			
Totaux : Par semestre			462			462			462			434			476			448			

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		
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p
Projet obligatoire :								
Travaux pratiques IV selon option:	Profs divers :				8			12
Physique expérimentale	Ansemnet, Buttet, Châtelain A., Kem, 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, Ilegems, 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	Ansemnet + Barès (responsable)	DP			2			2
Divers:								
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP		1			1	
Projet d'ingénieur	Profs divers	sauf DP			4			
Cours de diplôme :								
Minimum d'heures exigé dont au minimum 2 cours et au maximum 3 dans le groupe I			10	7		10	7	
Cours de base avancés :								
Physique des matériaux I,II	Baluc/Bonneville/Carrard	DP	2	2		2	2	112
Physique du solide avancée I,II	Quattropani	DP	2	2		2	2	112
Méthodes expérimentales en physique I,II	Chatelain A./Buffat/Ganière	DP	2	2		2	2	112
Physique statistique avancée I,II	* Bares	DP	2	2		2	2	112
Mécanique quantique avancée I+II	* Macris + Martin Ph.	PHF/DP	2	2		2	2	112
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	* Reuse +	DP	2	2		2	2	56
Optique quantique	* Schwendimann					2	2	56
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	* Reuse +	DP	2	2				56
Electrodynamique quantique	* Reuse					2	2	56
Cours de spécialités :								
Microscopie électronique +	Martin J.-L./Buffat	DP/UHD	2	1				42
Caractérisation des microstructures	Buffat/Stadelmann	DP/UHD				1		42
Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés	Grenaud	DP				2	1	42
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	DP	2	1		2	1	84
Dispositifs optiques à semiconducteurs								
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire +	Meister	DP	2	1		2	1	84
Génie médical II : Techniques biomédicales								
Physique des plasmas II + III	Appert + Lister	DP	2	1		2	1	84
Chapitres choisis d'optique moderne I+II	Reinhart	DP	2	1		2	1	84
Physique des neutrons	Chawla	DP	2	1				42
Simulation numérique de systèmes physiques I,II	Baldereschi	DP	2	1		2	1	84
Chapitres choisis en physique de la matière condensée I	** vacat	DP	2	1				42
Chapitres choisis en physique de la matière condensée II	** vacat	DP				2	1	42
Relativité et cosmologie I,II	Gruber	DP	2	1		2	1	84
Physique des surfaces, interfaces + Clusters	Brune/Monot/Schneider + Harbich	DP/PHF	2	1		2	1	84
Aspects physiques de la production d'énergie	Chawla/Haldi P.-A.	DP/DGC				2	1	42
Sciences du vivant I+II	Vogel H. + Thoumine	DC/DP	2	1		2	1	84
Phénomènes non linéaires et chaos I,II	Kunz	DP	2	1		2	1	84
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								
** cours pas donné en 1998/1999								
Totaux : Tronc commun minimum			10	8	14	10	8	14
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 19989)
du 16 juin 1997 (état le 22 juin 1998)

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 acquies.

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 II	4
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. Cours de mathématiques	4
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)	6
13. Physique, TPA (été)	6
14. Cours STS (hiver+été)	3
15. Expérimentation numérique II (TP) (hiver)	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'acquies 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 1998/99.

22 juin 1998

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	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	Châtelain A.	2e	50
Introduction à la métrologie	Gremaud/Schaller	1er	51
Chimie appliquée	Friedli	1er	52
Chimie appliquée (en allemand)	Freitag	1er	53
STS : Histoire des sciences I, II	Zuppiroli	1er, 2e	54, 55
STS : Histoire de la technique	Grinevald	1er, 2e	56
Analyse III, IV	Chatterji	3e, 4e	57, 58
Méthodes mathématiques de la physique	Pfister	3e	59
Probabilité et statistique	Pfister	4e	60
Physique générale II, III	Martin J.L.	3e, 4e	61, 62
Structure de la matière condensée	Martin J.L./ Schwarzenbach	3e	63
Mécanique analytique	Cibils	3e	64
Électronique I, II	Mlynek	3e, 4e	65, 66
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	67
STS : Droit I, II	Halay J.	3e, 4e	68, 69
STS : Introduction à l'économie I, II	Schwartz	3e, 4e	70
Physique quantique I, II	Quattropiani	4e, 5e	71, 72
Expérimentation numérique I, II	Baldereschi	4e, 5e	73, 74
Physique statistique I, II	Gruber	5e, 6e	75, 76
Physique des matériaux solides I, II	Brune, Buttet	5e, 6e	77, 78
Electrodynamique	Martin Ph.	5e	79
Physique des plasmas I	Tran M.Q.	6e	80
Optique	Kapon	6e	81
Analyse avancée B	Maddocks	6e	82
Analyse num. des équations aux dérivées partielles II	Quarterio	6e	83

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Physique nucléaire et corpusculaire I, II	vacat	5e, 6e	84, 85
Réseaux des neurones	Gerstner	6e	86
Hydrodynamique	Deville	6e	87
Travaux pratiques de physique avancés	Dimitropoulos	5e, 6e	88
Atelier de mécanique	Randin	5e	89
Techniques de laboratoire	Sanjines/Savoie	5e	90
STS : Management de projets MBO	Mlynek	5e	91
STS : Histoire des mathématiques I, II	Sesiano	5e, 6e	92, 93
STS : Communication I	Gaxer/Dunand	5e	94
Communication II	Gaxer/Germanier	6e	95
STS : Histoire de l'architecture II	Gubler	6e	96
STS : Innovation et création d'entreprise	Micol	6e	97
STS : Marketing industriel	Léonard	6e	98

COURS DE BASE AVANCÉS

(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	99
Physique du solide avancée I, II	Quattropiani	7e, 8e	100, 101
Méthodes expérimentales en physique I, II	Châtelain A./ Buffat/Ganière	7e, 8e	102
*Physique statistique avancée I, II	Barès	7e, 8e	103, 104
*Mécanique quantique avancée I, II	Macris, Martin Ph.	7e, 8e	105, 106
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	107
*Optique quantique	Schwendimann	8e	108
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	107
*Electrodynamique quantique	Reuse	8e	109

* = cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
COURS DE SPÉCIALITÉS			
Microscopie électronique +	Martin J.L./Buffat	7e	110
Caractérisation des microstructures	Buffat/Stadelmann	8e	111
Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés	Gremaud	8e	112
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	7e	113
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	114
Génie médical I, II	Meister	7e, 8e	115, 116
Physique des plasmas II, III	Appert, Lister	7e, 8e	117, 118
Chap. ch. d'optique moderne I, II	Reinhart	7e, 8e	119, 120
Physique des neutrons	Chawla	7e	121
Aspects physiques de la production d'énergie	Chawla/Haldi P.A.	8e	122
Simulation numérique de systèmes physiques I, II	Baldereschi	7e, 8e	123, 124
<i>Chap. ch. en physique de la matière condensée I, II</i>	<i>vacat, Ansermet</i>	<i>[ces deux cours ne seront pas donnés en 1998/99]</i>	
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	125
Physique des surfaces, interfaces et clusters I, II	Brune/Monot/Schneider	7e,	126
	Harbich	8e	127
Sciences du vivant I, II	Vogel, Thoumine	7e, 8e	128, 129
Phénomènes non linéaires et chaos	Kunz	7e, 8e	130, 131
Physique théorique avancée I, II	Santini	7e, 8e	132, 133
Astronomie et astrophysique III, IV	Hauck	7e, 8e	134
Mod. nucléaires : réactions nucléaires et plasma de quarks et gluons I, II	vacat/Bay	7e, 8e	135
Particules élémentaires I, II	Bay	7e, 8e	136
Accélération des particules et optique des faisceaux	Perroud	7e	137
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	138
Chap. choisis de physique théorique I, II	Domanski	7e, 8e	139, 140
Champs quantiques relativistes	Loeffel	7e, 8e	141

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

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

COURS DE 3ème CYCLE EN PHYSIQUE

Fluides quantiques : supraconductivité et superfluidité	Martin Ph. Pavuna D.	Hiver 1998/99
Physique et diagnostic des plasmas	Hollenstein Ch. Siegrist M.R. Weisen H.	Eté 1999

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>
Appert Kurt	117
Baldereschi Alfonso	73, 74, 123, 124
Baluc Nadine	99
Barès Pierre-Antoine	103, 104
Bay Aurelio	135, 136
Benoit Willy	48, 49
Boéchat Jacques	43, 44
Bonneville Joël	99
Brune Harald	77, 126
Buffat Philippe	102, 110, 111
Buser Peter	47
Buttet Jean	78
Carrard Michel	99
Châtelain André	50, 102
Chatterji Srishi-D.	57, 58
Chawla Rakesh	121, 122
Cibils Michel	64
Deville Michel	87
Dimitropoulos Constantin	88
Domanski Zbigniew	139, 140
Dunand Marcel	94
Freitag Ruth	53
Friedli Claude	52
Ganière Jean-Daniel	102
Gaxer Walter	94
Gennart Benoît	45
Germanier Yves	94
Gerstener Wulfram	86
Gremaud Gérard	51, 67, 112
Grinevald Jacques	56
Gruber Christian	75, 76, 125
Gubler Jacques	96
Haldi Pierre-André	122
Haldy Jacques	68, 69
Harbich Wolfgang	127
Hauck Bernard	134
Ilegems Marc	113, 114

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Kapon Eli	81
Kunz Hervé	130, 131
Léonard Francis	98
Lister Jonhattan	118
Loeffel Jean-Jacques	141
Loude Jean-François	138
Macris Nicolas	105
Maddocks John H.	82
Martin Jean-Luc	61, 62, 63, 110
Martin Philippe	79, 106
Meister Jean-Jacques	115, 116
Micol Jean	97
Mlynek Daniel	65, 66, 91
Monot René	126
Perroud Jean-Pierre	137
Pfister Charles-Ed.	59, 60
Quarterio Alfio	83
Quattropiani Antonio	71, 72, 100, 101
Randin Henri	89
Rappaz Jacques	46
Reinhart Franz-Karl	119, 120
Reuse François	107, 109
Sanjines Rosendo	90
Santini Paolo	132, 133
Savoie Jean	90
Schaller Robert	51
Schneider Wolf-Dieter	126
Schwarzenbach Dieter	63
Schwartz Jean-Jacques	70
Schwendimann Paolo	108
Sesiano Jacques	92, 93
Stadelmann Pierre	111
Thoumine Olivier	129
Tran Minh Quang	80
Vogel Horst	128
Wohlhauser Alfred	41, 42
Zuppiroli Libéro	54, 55
Zwahlen Bruno	39, 40

Titre : ANALYSE I					
Enseignant: B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 112</i>
MATHÉMATIQUES.....	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	<i>Cours 4</i>
MATH., PHYS. FACULTÉ	1	☒	☐	☐	<i>Exercices 4</i>
ACTUAIRES, HEC FACULTÉ..	1	☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

- Notions fondamentales (nombres réels et complexes, limites)
- Fonctions
- Continuité
- Dérivées
- Développement 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 CONTRÔLE: 1. Exercices à rendre 2. Un travail écrit
---	--

Titre : ANALYSE II					
Enseignant: B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 112</i>
MATHÉMATIQUES.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 4
MATH., PHYS. FACULTÉ	2	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 4
ACTUAIRES, HEC FACULTÉ..	2	☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

Éléments d'équations différentielles ordinaires.

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

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables.

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

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: <i>Préalable requis:</i> Analyse I, Algèbre linéaire I. <i>Préparation pour:</i>	FORME DU CONTRÔLE: 1. Exercices à rendre 2. 2 travaux écrits
--	---

Titre : ANALYSIS I IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE I EN ALLEMAND					
Enseignant: A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 112
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	Par semaine:
MA, INF.....	1	☒	☐	☐	Cours 4
GC, GR, GM	1	☒	☐	☐	Exercices 4 ou 2
EL, MT, MX, SSC.....	1	☒	☐	☐	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

- Grenzwerte und Stetigkeit
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung einer reellen Variablen
- Integration
- Unendliche Reihen
- Taylorreihen

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 CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE:	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Sera communiquée au cours.	Tests Travaux écrits
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	☒	☐	☐	Par semaine:
MA, INF	1	☒	☐	☐	Cours 4
GC, GR, GM	1	☒	☐	☐	Exercices 4 ou 2
EL, MT, MX, SSC	1	☒	☐	☐	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

- Funktionen mehrerer Variabler
- Doppel- und Dreifachintegrale
- Ebene Kurvenintegrale, Potentiale
- 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). BIBLIOGRAPHIE: Wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Sera communiquée au cours. LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Basisvorlesung/Cours de base Préalable requis: Préparation pour:		FORME DU CONTRÔLE: Tests Travaux écrits
---	--	--

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I					
Enseignant: J. BOÉCHAT, Professeur UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES.....	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
PHYSIQUE FACULTÉ	1	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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 CONTRÔLE: Examen oral dans le cadre du 1er propédeutique
BIBLIOGRAPHIE:	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Algèbre linéaire II	

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE II					
Enseignant: J. BOÉCHAT, Professeur UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
PHYSIQUE FACULTÉ	2	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

- Formes bilinéaires et sesquilinéaires: 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 CONTRÔLE: Examen oral dans le cadre du 1er propédeutique
BIBLIOGRAPHIE:	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Algèbre linéaire I	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : PROGRAMMATION					
Enseignant: B. GENNART, Chargé de cours EPFL/DI					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 1
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique 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 CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE:	Deux examens intermédiaires
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Un examen final
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Expérimentation numérique	

Titre : ANALYSE NUMÉRIQUE					
Enseignant: J. RAPPAZ, Professeur EPFL/DMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	4	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 2
SSC.....	2	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 1
.....		☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

Discretisation 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 CONTRÔLE: Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE: Introduction à l'Analyse numérique J. Rappaz, M. Picasso. PPUR 1998	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse. Algèbre linéaire. Programmation	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : GÉOMÉTRIE 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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	2	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
MATHÉMATIQUES UNIL	2	☒	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
PHYSIQUE UNIL	2	☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Interprétation géométrique du calcul différentiel.

Initiation à la géométrie différentielle.

CONTENU

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

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

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: W. BENOIT, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	1	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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

Equivalence 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: 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE:	Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) et corrigés d'exercices	
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					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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'Alembertt, de Lagrange et d'Hamilton pour les systèmes holonômes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle		FORME DU CONTRÔLE: 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE:	Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) et corrigés d'exercices	
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: A. CHÂTELAIN, 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	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours</i> 4
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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 Bernoulli), 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 CONTRÔLE: Examen oral au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié et exercices, ouvrages conseillés	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral	
<i>Préparation pour:</i> Physique Générale II et III	

Titre : INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE					
Enseignant: G. GREMAUD, R. SCHALLER, Chargés de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 1
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique 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 digitaux
- IV Systèmes optiques** - Réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple
- Systèmes optiques simples
- V Circuits électriques et électroniques** - Equations des circuits électriques
- Réponses des dipôles et quadripôles
- Circuits électroniques analogiques et digitaux
- VI Technique du vide et cryogénie** - Divers types de pompes à vide
- Jauges à vide
- Réalisation d'une enceinte à vide
- Cryogénie
- VII Transducteurs et capteurs** - Terminologie et classification
- Effets physiques de transduction
- Montages électriques des capteurs
- Mesure à distance par ondes
- VIII Thermique et régulation** - Sondes de température
- Régulation de température PID
- Four régulé

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: 1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 10 à 12 étudiants autour d'un montage expérimental BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques de physique	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu et examen en fin de semestre
---	--

Titre : CHIMIE APPLIQUÉE					
Enseignant: C. FRIEDLI, Professeur titulaire EPFL/DC					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 70
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 1
.....		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

- Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer l'accès aux enseignements ultérieurs de la section.
- Se familiariser avec le langage et la symbolique utilisés en chimie afin de servir de base aux relations interdisciplinaires.
- 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 CONTRÔLE: Continu + examen écrit
BIBLIOGRAPHIE: Livre PPUR et polycopié	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Maturité fédérale	
<i>Préparation pour:</i> Cours nécessitant des connaissances de base en chimie	

Titre : ANGEWANDTE CHEMIE IN DEUTSCHER SPRACHE/ CHIMIE APPLIQUÉE EN ALLEMAND					
Enseignant: R. FREITAG, Professeure EPFL/DC					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 70
PHYSIQUE	1	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 1
.....		☐	☐	☐	Pratique

ZIELSETZUNGEN/OBJECTIFS

- Grundkenntnisse in der allgemeine Chemie zu erwerben oder zu ergänzen und den Zugang zum höheren Unterricht der Abteilung vorzubereiten.
- Sich an die chemische Fachsprache und Symbolik gewöhnen, um sie als Basis für interdisziplinären Relationen benutzen zu können.
- Die Vorstellungskraft durch die während der Vorlesung vorgeführten Experimente zu verstärken.

INHALT/CONTENU

Chemische Bindungen

Atomstruktur, Periodensystem der Elemente, Natur der chemischen Bindungen.

Chemische Reaktionen

Stöchiometrie, Klassifikation der chemischen Reaktionen.

Chemisches Gleichgewicht

Thermodynamische Funktionen, Begriff der Entropie, Gleichgewichtskonstante, Prinzip von Le Chatelier (Massenwirkungsgesetz), Redoxreaktionen.

Chemische Kinetik

Reaktionsgeschwindigkeit, Aktivierungsenergie, Grundlagen der Katalyse und der Photochemie.

Wasser und Lösungen

Allgemeine Eigenschaften der Lösungsmittel und Lösungen, Konzentration und Aktivität, Säuren-Basen, Pufferlösungen, Löslichkeitskonstante.

Elektrochemie

Elektrode und Grenzfläche, Stromleitung in einer Lösung, Normalpotentiale, Zellen, Nernstsches Gesetz, Korrosion.

Grundlagen der organische Chemie

Eigenschaften der grossen Klasse organischer Verbindungen, Herkunft, Polymere.

Grundlagen der Oberflächenchemie

Oberflächenspannung, Grenzflächenspannung, Physisorption und Chemisorption.

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

BIBLIOGRAPHIE: Livre PPUR + Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Maturité fédérale

Préparation pour: Cours nécessitant des connaissances de base en chimie

FORME DU CONTRÔLE:

Contrôle continu et examen écrit

Titre : HISTOIRE DES SCIENCES I (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIÉTÉ-STES)					
Enseignant: L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
PHYSIQUE	1	☐	☒ *	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire de la technique I

OBJECTIFS

Les sciences fondamentales ou appliquées appartiennent à ceux ou à celles qui cherchent à comprendre la nature à l'aide de leur seule raison. Le principal objectif de ce cours est d'aller quérir dans les démarches scientifiques du passé, les fondements de cette attitude et le sentiment d'appartenance à cette communauté de chercheurs et de constructeurs.

CONTENU

Le cours portera cette année sur l'histoire de la lumière. Au gré de notre exploration de siècles de recherche sur ce sujet, un lien sera établi entre les aspects mythiques, religieux, scientifiques et technologiques de la lumière. L'accent sera mis sur les apports des sciences chinoise, grecque, alexandrine, arabe et européenne, aux théories de la vision et aux optiques géométrique et ondulatoire, jusqu'au point de vue paradoxal de Richard Feynman représentant la science de la lumière de notre temps.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral BIBLIOGRAPHIE: Une bibliographie comprenant une centaine de titres, tous accessibles à la bibliothèque centrale, sera mise à la disposition des étudiants LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	FORME DU CONTRÔLE: Test écrit et devoir de chaque étudiant(e) sur un sujet de son choix
--	--

Titre : HISTOIRE DES SCIENCES II (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIÉTÉ-STES)					
Enseignant: L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
PHYSIQUE	2	☐	☒ *	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire de la technique II

OBJECTIFS

Où s'arrête le métier de l'artisan, où commencent les métiers de scientifique ou d'ingénieur ? Quelles sont les relations entre création scientifique et création artistique ? Comment passe-t-on de la spéculation philosophique aux méthodes de la philosophie naturelle ? L'histoire des couleurs sera le prétexte à une réflexion sur ces questions.

CONTENU

La couleur se trouve au centre des activités humaines elle régit une part non négligeable de l'activité économique avec l'art du teinturier, l'industrie des colorants, celle de la photographie ou des écrans de télévision; elle est aussi au centre de l'activité artistique puisque c'est dans les couleurs et leur agencement que l'Homme trouve une part importante de son plaisir et de son émotion.

Comprendre les phénomènes des couleurs fut un objectif important de beaucoup de scientifiques, de philosophes et d'artistes, de Démocrite à Aristote, à Plin, à Vitruve, aux alchimistes médiévaux, à Cennino Cennini, à Boyle, à Newton, Goethe, Schopenhauer, Chevreul, Helmholtz, Seurat, Klee et Kandinski.

Appréhender la couleur dans tous ses aspects, c'est enrichir le point de vue scientifique du vécu de l'artisan et de celui de l'artiste.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral		FORME DU CONTRÔLE: Test écrit et devoir de chaque étudiant(e) sur un sujet de son choix
BIBLIOGRAPHIE:	Une bibliographie comprenant une centaine de titres, tous accessibles à la bibliothèque centrale, sera mise à la disposition des étudiants	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</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
PHYSIQUE	1	☐	☒ *	☐	Par semaine:
PHYSIQUE	2	☐	☒ *	☐	Cours 2 / 2
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire des sciences I et 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 CONTRÔLE: 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>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	3	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<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 CONTRÔLE:
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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	4	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<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 CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Cours d'Analyse vol. 3, PPUR	Examen écrit Propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II.	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : MÉTHODES MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE					
Enseignant: C.E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	<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 2^{ème} ordre - théorème fondamental, problèmes 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 CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours	Exercices hebdomadaires en classe.
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse et algèbre 1 ^{ère} année	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique	

Titre : PROBABILITÉ ET STATISTIQUE					
Enseignant: C.E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE	4	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

Epreuve, événement, probabilité.

Modèle de Kolmogorov.

Probabilité conditionnelle.

Variable aléatoire.

Lois classiques.

Famille de variables aléatoires.

Indépendance.

Lois des grands nombres.

Théorème de la limite centrale.

Fonction caractéristique.

Test de χ^2 .

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe	FORME DU CONTRÔLE: Exercices hebdomadaires
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Méthodes mathématiques de la physique	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
Enseignant: J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	Pratique

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. Etudier quelques dispositifs qui mettent à profit les lois exposées.

CONTENU

- Electrostatique : les lois fondamentales, les champs, le potentiel électrique, l'équation de Laplace.
- Les conducteurs et les systèmes de conducteurs.
- 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 électromagnétiques 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 scalaire, jagues) et du rayonnement (dipôle électrique oscillant).
- La supraconductivité.

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, 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. Barrières de potentiel et puits de potentiel infini et fini, effet tunnel. Oscillateur harmonique. Atome d'hydrogène.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés, ouvrages conseillés	Examen écrit Propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Examen oral Propédeutique II
<i>Préalable requis:</i> Mathématiques, Physique et Mécanique 1ère année	Contrôle continu durant le semestre avec bonus
<i>Préparation pour:</i> Physique Générale III	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III					
Enseignant: J.L. MARTIN, 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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 4</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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. Etudier quelques dispositifs qui mettent à profit les lois exposées.

CONTENU

Thermodynamique

- Systèmes thermodynamiques, variables macroscopiques, équation d'état. Equilibre thermique, la température, le principe zéro.
- Etude des gaz parfaits (aspects macro- et microscopiques). Energie interne. Mouvement Brownien.
- Les 1er et 2e principes; travail, chaleur, énergie, entropie, réversibilité; applications aux principaux cycles; rendement d'une machine.
- Introduction à la thermodynamique statistique (Boltzmann). Aspects microscopique de l'entropie.
- Les fluides réels, les phases du corps pur. Description d'équilibre (Clapeyron).
- Etude des alliages métalliques. Diagrammes d'équilibre.
- Reformulation de la thermodynamique, équation de Gibbs, entière et Gibbs-Duhem. Les potentiels chimiques.
- Les processus irréversibles (phénomènes de transport) : conduction de la chaleur, diffusion matérielle, viscosité.

Autres chapitres

- Introduction à la théorie de la relativité
- La radioactivité
- Les milieux ionisés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés, ouvrages conseillés	Examen écrit Propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Examen oral Propédeutique II
<i>Préalable requis:</i> Mathématiques, Physique et Mécanique des semestres 1, 2 et 3	Contrôle continu durant le semestre avec bonus
<i>Préparation pour:</i> 2e cycle	

Titre : STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE					
Enseignant: J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP/ D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	3	☒	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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 CONTRÔLE: Examen oral
BIBLIOGRAPHIE:	Livre "Cristallographie", D. Schwarzenbach, PPUR, 1993 et ouvrages indiqués au cours	
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 : MÉCANIQUE ANALYTIQUE					
Enseignant: M. CIBILS, Professeur remplaçant UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	3	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<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

Equations 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 holonomes et non-holonomes, principe de d'Alembert. Systèmes lagrangiens définis sur des variétés différentielles.

3. Formalisme de Hamilton

Equations 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 CONTRÔLE: Examen écrit Propédeutique II
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié du cours.	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique, physique quantique.	

Titre : ÉLECTRONIQUE I					
Enseignant: D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	Pratique 2

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 CONTRÔLE:

Ecrit

Présentation des projets

Titre : ÉLECTRONIQUE II					
Enseignant: D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	4	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	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 CONTRÔLE: Ecrit Présentation des projets
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés	
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 : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE					
Enseignant: 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: 56/56</i>
PHYSIQUE	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	4	☒	☐	☐	<i>Cours</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique 4</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

Titre : DROIT I (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE-STS)					
Enseignant: J. HALDY, Professeur UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE	3	☐	☒ *	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

* à choix avec Introduction à l'économie I

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. BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages juridiques indiqués durant le cours. LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Droit II	FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit
---	---

Titre : DROIT II (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE-STS)					
Enseignant: J. HALDY, Professeur UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE	4	☐	☒ *	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

* à choix avec Introduction à l'économie II

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 CONTRÔLE:
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 : INTRODUCTION À L'ÉCONOMIE I, II (SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIÉTÉ-STES)					
Enseignant: J.J. SCHWARTZ, Professeur UNIL/HEC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28/28</i>
PHYSIQUE	3	☐	☒ *	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	4	☐	☒ *	☐	<i>Cours</i> 2 / 2
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

* à choix avec Droit I, II

OBJECTIFS

Initier les étudiants à la connaissance et l'étude des phénomènes économiques. Leur permettre de connaître certains phénomènes économiques et de se familiariser avec les diverses possibilités de leur appréhension au moyen de modèles.

CONTENU

- Les agents économiques, leurs objectifs et leurs comportements. Notamment les consommateurs, les producteurs, et l'agent régulateur (l'État).
- Description et analyse de l'économie nationale au moyen d'informations statistiques, notamment de la comptabilité nationale.
- La monnaie au niveau national et international. Création de la monnaie nationale et son pouvoir d'achat. Systèmes monétaires internationaux et leur problématique.
- Introduction à l'utilisation de modèles macro-économiques au moyen de la discussion de quelques problèmes tels que : conjoncture et politique conjoncturelle, endettement des collectivités publiques, écologie, croissance et emploi.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra - discussion BIBLIOGRAPHIE: Documentaton d'appoint distribuée tout au long du cours LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i> Option complémentaire, Économie 2e cycle	FORME DU CONTRÔLE:
---	---------------------------

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I					
Enseignant: 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	4	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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 CONTRÔLE: Examen écrit Propédeutique II
BIBLIOGRAPHIE:	"Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Mécanique Quantique" Basdevant (Ecole Polytechnique, Ellipses).	
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 : PHYSIQUE QUANTIQUE II		Title: QUANTUM MECHANICS II			
Enseignant : A. QUATTROPANI , Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	6	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	6	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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 cinetic 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	

Titre : EXPÉRIMENTATON NUMÉRIQUE I					
Enseignant: A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE	4	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours</i> 1
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i> 1

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même d'étudier des systèmes physiques avec des méthodes numériques.

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
- Contrôler les erreurs de troncature liées à la représentation des nombres
- Calculer les paramètres physiques du 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.

Tavaux pratiques de physique numérique en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de Mécanique générale I et II et de Physique générale I et II 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 et II, Analyse numérique, Programmation.	
<i>Préparation pour:</i>		

Titre : EXPÉRIEMENTATION NUMÉRIQUE II		Title: COMPUTATIONAL PHYSICS II			
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	5	☒	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 1
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique 1

OBJECTIFS

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

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.
- Contrôler les erreurs de troncature liées à la représentation des nombres.
- Calculer les paramètres physiques du système avec une erreur inférieure à un écart donné.

CONTENU

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

Analyse de Fourier.

Systèmes d'équations linéaires.

Valeurs et vecteurs propres.

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

OBJECTIVE

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

The student will learn:

- to construct a computer code for studying a given physical system.
- to test the code on exactly soluble models.
- to apply the code to the given system.
- to estimate the numerical errors of the solution.
- to calculate the physical parameters of the system within a given uncertainty.

CONTENTS

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

Fourier transform.

Linear algebraic equations.

Eigenvalues and eigenvectors.

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

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

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE I		Title: STATISTICAL PHYSICS I			
Enseignant : C. GRUBER, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 5	Oblig. ☒	Option ☐	Facult. ☐	Heures totales: 56 Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	5	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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		

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE II		Title: STATISTICAL PHYSICS II			
Enseignant : C. GRUBER, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	6	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	6	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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		NOMBRE DE CRÉDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Livres de référence et photocopiés		SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique statistique I, Physique quantique I	
<i>Préparation pour:</i>	Cours à option en physique de la matière condensée	

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES I		Title: SOLID STATE PHYSICS I			
Enseignant : H. BRUNE, Maître Enseignement et Recherche EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	5	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	5	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENU

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

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

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

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

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

OBJECTIVE

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

CONTENTS

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

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe		NOMBRE DE CRÉDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées	SESSION D'EXAMEN	Printemps
	• N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976		
	• H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991		
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>		Contrôle continu	
<i>Préparation pour:</i>			
Physique du solide avancée I, II			

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES II		Title: SOLID STATE PHYSICS II			
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	6	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	6	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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

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

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

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

CONTENTS

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

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

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

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 en classe		NOMBRE DE CRÉDITS	4
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées • 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
		Contrôle continu	
<i>Préalable requis:</i> Physique du solid I			
<i>Préparation pour:</i> Physique du solide avancée I, II			

Titre : ÉLECTRODYNAMIQUE		Title: ELECTRODYNAMICS			
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire DP/EPFL					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
	5	☒	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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 Electrodynamique 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 Liénard 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 Electrodynamique 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.

CONTENTS

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

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS I		Title: PLASMA PHYSICS I			
Enseignant : M.Q. TRAN, Professeur EPFL/CRPP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 6	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
		☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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**
 - Ecrantage de Debye
 - Le plasma parfait
 - Collisions et coefficients de transport
 - Rayonnement
 - La fusion thermonucléaire et les plasmas
- II. 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
- III. 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

CONTENTS

- I. The plasma state**
 - Debye screening
 - The ideal plasma
 - Collisions and transport coefficients
 - Radiation
 - Thermonuclear fusion research and plasma physics
- II. Microscopique 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
- III. 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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CRÉDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, références à la littérature	SESSION D'EXAMEN Été
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	

Titre : OPTIQUE			Title: OPTICS		
Enseignant : E. KAPON, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	6	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Acquérir des connaissances de base en optique.

OBJECTIVE

Acquiring basic notions of physical optics.

CONTENU

- 1. Introduction :**
Rappel de l'électrodynamique, ondes électromagnétiques, polarisation, réflexion et réfraction.
- 2. Propagation de la lumière :**
Interférences et diffraction, faisceaux Gaussiens, absorption et dispersion, guides d'ondes.
- 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.
- 4. Lasers :**
Amplification de la lumière, systèmes à trois et quatre niveaux, saturation du gain, résonateurs optiques, propriétés du rayonnement laser.

CONTENTS

- 1. Introduction:**
Review of electrodynamics, electromagnetic waves, polarisation, reflection and refraction.
- 2. Propagation of light:**
Interference and diffraction, Gaussian beams, absorption and dispersion, waveguides.
- 3. Generation of light:**
Optical transitions in atoms, spontaneous and stimulated emission, Einstein's relations, coherence, statistical properties of light.
- 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 : ANALYSE AVANCÉE B			Title: ADVANCED ANALYSIS B		
Enseignant : J.H. MADDOCKS, Professeur EPFL/DMA					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	6	☐	☒ *	☐	Par semaine:
MATHÉMATIQUES	6 ou 8	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Analyse numérique des équations aux dérivées partielles II

OBJECTIFS

Pour l'enseignant :

Présenter une théorie abstraite qui réunit structures algébriques et topologiques et qui chapeaute l'analyse classique, notamment la théorie des équations différentielles et intégrales.

Pour l'étudiant :

Connaître cette théorie et l'appliquer à des exemples concrets.

CONTENU

- Rappel sur les espaces métriques
- Espaces vectoriels normés et préhilbertiens
- Complétion. Espaces de Banach et de Hilbert
- Fonctionnelles linéaires et théorème de Hahn-Banach
- Opérateurs linéaires
- Théorèmes principaux sur les opérateurs linéaires
- Le spectre d'un opérateur linéaire
- Opérateurs compacts
- Opérateurs de Fredholm
- Opérateurs autoadjoints

OBJECTIVE

For professor:

Present an abstract theory which combines algebraic and topological structures, and which rounds out classical analysis, particularly the theories of differential and integral equations.

For student:

Know and apply this theory to concrete examples.

CONTENTS

- Review of metric space
- Normed vector spaces and pre-Hilbert spaces
- Completion: Banach and Hilbert space
- Linear functionals and the Hahn-Banach theorem
- Linear operators
- Main theorems of linear operators
- Spectrum of linear operators
- Compact operators
- Fredholm operators
- Self-Adjoint operators

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra et exercices en salle	NOMBRE DE CRÉDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: E. Kreyszig, Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley	SESSION D'EXAMEN Ete
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: examen écrit à la fin du cours
Préalable requis: 1er cycle	
Préparation pour: diplôme	

Titre : ANALYSE NUMÉRIQUE DES ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES II		Title: NUMERICAL ANALYSIS OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS II			
Enseignant : A. QUARTERONI, Professeur EPFL/DMA					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	6	☐	☒ *	☐	Par semaine:
MATHÉMATIQUES	6 ou 8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Analyse avancée B

OBJECTIFS

Introduire les équations à la base de l'étude numérique de la mécanique des fluides. En particulier, nous nous intéresserons à l'analyse des équations de transport, de diffusion-transport et de Navier-Stokes par la méthode des éléments finis.

OBJECTIVE

The basic equations of computational fluid dynamics are element approximation of transport, advection-diffusion and Navier-Stokes equations will be addressed.

CONTENU

- Rappel sur les éléments finis pour le problème de Poisson : résultats de stabilité et convergence.
- Équations hyperboliques du premier ordre : approximation par éléments finis continus et discontinus.
- Équations de diffusion-transport : approximation par éléments finis stabilisés.
- Équations de Navier-Stokes pour fluides incompressibles: condition de comptabilité entre les champs de vitesse et pression; quelques exemples d'éléments finis compatibles; méthodes de projections pour la discrétisation temporelle. Quelques exemples d'approximation par méthodes spectrales.

CONTENTS

- Remind on finite element approximation of Poisson problem: stability and convergence results.
- First order hyperbolic equations and their approximation by continuous or discontinuous finite elements.
- Stabilized finite element methods for advection-diffusion problems.
- Navier-Stokes equations for viscous incompressible flows: compatibility condition and compatible spaces for velocity and pressure; projection methods for time discretization. Some examples of approximation by spectral methods.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle	NOMBRE DE CRÉDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: A. Quarteroni and A. Valli, Numerical Approximation of Partial Differential Equations, Springer Verlag, Heidelberg, 1997 (2nd ed.)	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Algèbre linéaire I et II, Analyse I et II	
<i>Préparation pour:</i> Calculs scientifiques, Simulation numérique	

Titre : PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE I		Title: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I			
Enseignant : Vacat UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	5	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	5	☒	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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 Tchérenkov, 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.

CONTENTS

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.		NOMBRE DE CRÉDITS	4
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié		SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE:	Examen oral
Préalable requis:	Physique générale.		
Préparation pour:	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

Titre : PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE II		Title: NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS II			
Enseignant : Vacat UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	6	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	6	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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.		NOMBRE DE CRÉDITS	4
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié		SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE:	Examen oral
Préalable requis:	Physique générale		
Préparation pour:	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

Titre : RÉSEAUX DES NEURONES		Title: NEURAL NETWORKS			
Enseignant : W. GERSTNER, Professeur assistant EPFL/DI					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	6	☐	☒	☐	Par semaine:
MATHÉMATIQUES	6/8	☐	☒	☐	Cours 2
ÉLECTRICITÉ	6/8	☐	☒	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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

- I. Modèles d'un neurone isolé**
 - description par fréquence moyenne
 - potentiels d'action, description impulsionnelle
 - description ionique
 - transmission synaptique
- II. Les systèmes en description fréquentielle**
 - système visuel
 - modèle de la rétine
 - développement des champs réceptifs
 - cartes corticales
 - mémoire associative
 - modèle de Hopfield
- III. Les systèmes en description impulsionnelle**
 - système auditif
 - verrouillage des phases et résonance stochastique
 - dynamique du cortex
 - oscillations et activité asynchrone

CONTENTS

- I. Models of a single neurons**
 - Standard rate model
 - Spiking models (Integrate-and-fire)
 - Hodgkin-Huxely model
 - Synaptic taransmission
- II. Systems in rate description**
 - The visual system
 - Model of the retina
 - Development of Receptive Fields
 - Cortical Maps
 - Associative Memory
 - Hopfield Model
- III. Systems of spiking neurons**
 - The auditory system
 - phase locking and stochastic resonance
 - cortex dynamics: population coding
 - oscillations and asynchronous firing

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra 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, Professeur EPFL/DGM					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
	6	☐	☒	☐	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.

OBJECTIVE

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

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**
Ecoulement de Taylor-Couette.
- **Turbulence**
La description statistique et les équations moyenn es de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope: cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

CONTENTS

- **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. Creeping flow around a cylinder and Hele-Shaw cell.
- **Moderate Reynolds number flows**
Boundary layers. d'Alembert paradox.
- **Hydrodynamic instabilities**
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 Et 

FORME DU CONTRÔLE: Orale

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCÉS		Title: ADVANCED LABORATORY SESSIONS			
Enseignant : C. DIMITROPOULOS, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 112/112
PHYSIQUE	5	☒	☐	☐	Par semaine:
PHYSIQUE	6	☒	☐	☐	Cours
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	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.

CONTENTS

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 polycopiées, 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. ICHINO, Coll. techn. EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 5	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 14 Par semaine: Cours Exercices Pratique 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

CONTENTS

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							
Section (s)		Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28/28	
PHYSIQUE		5	\x(X	☐	☐	Par semaine:	
PHYSIQUE		6	☒	☐	☐	Cours	
			☐	☐	☐	Exercices	
			☐	☐	☐	Pratique 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.

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.

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

CONTENTS

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.		NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Brochure polycopiée. Documentation technique sur les matériaux, les éléments de construction, les appareils, les méthodes de laboratoire.		SESSION D'EXAMEN
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de physique générale. Travaux pratiques de physique et avec le cours d'atelier mécanique		FORME DU CONTRÔLE: Continu Exercices et projets dirigés
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>		

Titre : MANAGEMENT DE PROJETS MBO (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: MANAGEMENT BY OBJECTIVES			
Enseignant : D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 5	Oblig. ☐	Option ☒ *	Facult. ☐	Heures totales: 28
		☐	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire des mathématiques I, Communication I

OBJECTIFS

Donner à l'élève les bases nécessaires du management par objectif en vue de l'appliquer à la haute technologie. Il sera capable de comprendre les tenants et aboutissants des projets industriels dans un contexte économique.

OBJECTIVE

Provide the student with the necessary skills in management by objectives in the field of high technology. He will be able to understand the fundamentals, details and consequences of industrial projects in an economical context.

CONTENU

- Comment développer un modèle d'utilisation du MBO (caractéristiques principales).
- Comment définir des objectifs.
- Notions des mesures des résultats et du contrôle du processus du management.
- Comment développer une position de leader.
- Comment penser une stratégie.
- Analyse des processus de prises de décision collectives.
- Développement des motivations pour l'innovation.
- Productivité - qualité - réduction des coûts.
- Exemples concrets.
- Séminaires et conférences de personnalités du monde industriel.
- Visites.

CONTENTS

- How to develop a model to utilize MBO (basic characteristics).
- How to define objectives
- Evaluation of results and management process control.
- How to develop a leadership.
- How to develop a strategy.
- Analysis of group decision-making processes.
- How to motivate innovative behavior.
- Productivity - quality - cost-cutting.
- Real industrial examples.
- Seminars and conferences by industry leaders.
- Visits.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra et travail en groupe		NOMBRE DE CRÉDITS 1.5 (3 = hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié		SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE: Ecrit
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>		

Titre : HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES I (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIÉTÉ)		Title: HISTORY OF MATHEMATICS I			
Enseignant : J. SESIANO, Chargé de cours EPFL/DMA					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	5	☐	☒ *	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Management de projets MBO, Communication I

OBJECTIFS

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

OBJECTIVE

An outline of the development of mathematics from antiquity to the sixteenth century.

CONTENU

Les systèmes de numération.

Naissance de l'algèbre en Mésopotamie.

L'arithmétique et l'algèbre en Grèce (Diophante);
influence aux XVII^e et XVIII^e siècles (Fermat, Euler)

CONTENTS

Number systems.

Algebra in Mesopotamia.

Arithmetic and algebra in Greece (Diophantus);
later influence (Fermat, Euler)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Documentation accessoire distribuée	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE:
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : HISTOIRE DES MATHEMATIQUES II (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: HISTORY OF MATHEMATICS II			
Enseignant : J. SESIANO, Chargé de cours EPFL/DMA					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 6	Oblig. ☐	Option ☒ *	Facult. ☐	Heures totales: 28 Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	

* à choix avec Communication II, Histoire de l'architecture II, Innovation et création d'entreprise, Marketing industriel

OBJECTIFS

OBJECTIVE

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

An outline of the development of mathematics from antiquity to the late sixteenth century.

CONTENU

CONTENTS

La géométrie grecque, en particulier les problèmes "impossibles" (quadrature du cercle, duplication du cube, trisection de l'angle); construction de polygones réguliers, postulat des parallèles. Développements ultérieurs.

Greek geometry and "impossible" problems (squaring of the circle, duplication of the cube, angle trisection); construction of regular polygons, parallel postulate. Later developments.

Les mathématiques au Moyen Age : équation indéterminée du premier degré, suite de Fibonacci, apparition des nombres négatifs, paradoxes issus de la comparaison d'ensembles infinis.

Mathematics in the Middle Ages: indeterminate equation of the first degree, Fibonacci sequence, negative numbers, infinite sets.

Les mathématiques au seizième siècle : résolution des équations des troisième et quatrième degrés, apparition des nombres complexes.

Mathematics in the Renaissance: solution of the cubic and the quartic, complex numbers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Documentation accessoire distribuée	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE:
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : COMMUNICATION I (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: COMMUNICATION I			
Enseignant : W. GAXER, M. DUNAND, Chargés de cours EPFL					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	5	☐	☒ *	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Management de projets MBO, Histoire des mathématiques I

OBJECTIFS

Apprendre à développer une approche anthropologique et transdisciplinaire de la communication.

OBJECTIVE

Learning to develop an anthropological and transdisciplinary approach of communication.

CONTENU

L'approche théorique

Les dimensions spatiales et temporelles de la communication humaine.
Les aspects généraux des théories de la communication et spécialement les approches explicatives et thérapeutiques.

L'approche pratique

Lire et écrire pour vulgariser des connaissances scientifiques et technologiques.

CONTENTS

Theory

Space and time as a dimension of human communication.
General aspects of the communication theories and especially the explanatory and therapeutical approach.

Practice

Reading and writing to popularize scientific and technological knowledge.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés, échanges, commentaires	NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Liste distribuée	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Evaluation continue
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : COMMUNICATION II (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: COMMUNICATION II			
Enseignant : W. GAXER, Y. GERMANIER, Chargés de cours EPFL					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	6	☐	☒ *	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire des mathématiques II, Histoire de l'architecture II, Innovation et création d'entreprise, Marketing industriel

OBJECTIFS

OBJECTIVE

Comprendre l'utilité des sciences sociales et cognitives pour améliorer la communication humaine.
Connaître les contributions anthropologique, sociologique et psychologique.

Understanding the usefulness of social and cognitives sciences aiming to improve human communication.
Getting to know the anthropological, sociological and psychological contribution.

CONTENU

CONTENTS

L'approche théorique

L'importance de la communication humaine au niveau planétaire.
L'art d'écrire et de parler dans une perspective globale.

Theory

The importance of human communication at a planetary level.
The art of writing and speaking globally.

L'approche pratique

Exposer efficacement en public.
Produire le matériel approprié.

Practice

Speaking effectively in public.
Producing the right material.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés, échanges, commentaires	NOMBRE DE CRÉDITS 3 (hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Liste distribuée	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Evaluation continue
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE II(SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: HISTORY OF ARCHITECTURE II			
Enseignant : J. GUBLER, Professeur EPFL/DA					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 6	Oblig. ☐	Option ☒ *	Facult. ☐	Heures totales: 28
					Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire des mathématiques II, Communication II, Innovation et création d'entreprise, Marketing industriel

OBJECTIFS

Le cours postule que l'art, la science et la société, quelles que soient leurs spécificités et leurs incertitudes, s'entrecroisent lorsque l'accent porte sur la technologie et la rationalité. Il s'agit de tracer des ponts entre l'histoire de l'architecture dans la société industrielle et la physique, la mécanique, l'électricité, la géologie et la biologie.

OBJECTIVE

These lectures will try to identify some relationships between modern architecture and scientific disciplines, such as physics, mechanics, electricity, geology, biology. The main hypothesis is rooted to the conviction that art, sciences and society, whatever their differences and uncertainties, are linked by the notions of technology and rationality.

CONTENU

- L'électricité et l'architecture;
- Les rayons X et Moholy-Nagy : vers une nouvelle approche de la réalité ?
- La notion de "dessin industriel";
- Images de la technologie dans l'architecture moderne;
- Max Planck, Aldo Rossi et leur "autobiographie(s) scientifique(s)".

CONTENTS

- Electricity and architecture;
- X rays and Moholy-Nagy: a new medium to discover reality ?
- The notion of "industrial design";
- The image(s) of technology in modern architecture;
- Max Planck, Aldo Rossi and the "Scientific Autobiography".

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Conférences	NOMBRE DE CRÉDITS 1.5 (3 = hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: ad hoc	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE:
<i>Préalable requis:</i>	Oral : interrogation sur un texte ou étude de cas
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : INNOVATION ET CRÉATION D'ENTREPRISE (STS)		Title: INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP			
Enseignant : J. MICOL, Chargé de cours CMT/EPFL					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 6	Oblig. ☐	Option ☒ *	Facult. ☐	Heures totales: 28 Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	

* à choix avec Histoire des mathématiques II, Communication II, Histoire de l'architecture II, Marketing industriel

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

- identify the potential of their own idea (or of an idea)
- evaluate the feasibility of the idea
- undertake the creation of a new enterprise

CONTENU

- De la découverte scientifique à l'identification technologique 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
- Elaboration d'un business plan et gestion du projet d'innovation
- Choix du type d'organisation et de société
- Cash et venture capital
- Démarches nécessaires

CONTENTS

- 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 1.5 (3 = hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: Notes et documents		SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Veille technologique et propriété intellectuelle, gestion d'entrepris		FORME DU CONTRÔLE: Continu
Préalable requis:		
Préparation pour: Projet STS, diplôme et insertion dans le monde des entreprises		

Titre : MARKETING INDUSTRIEL (SCIENCE-TECHNIQUE-SOCIETE)		Title: INDUSTRIAL MARKETING			
Enseignant : F. LÉONARD, Professeur UNIL/HEC					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	6	☐	☒ *	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

* à choix avec Histoire des mathématiques II, Communication II, Histoire de l'architecture II, Innovation et création d'entreprise

OBJECTIFS

Donner aux futurs ingénieurs les principes de base du marketing appliqués aux marchés industriels.

Présenter l'orientation fondamentale sur le marché, les outils d'analyse, les choix stratégiques et leurs déterminants.

OBJECTIVE

To give future engineers the basic principles of marketing applied to the industrial markets.

To present the fundamental market orientation, analytical tools, strategic choices and determinants.

CONTENU

- Le concept de marketing et les fondements du marketing industriel.
- Un éventail d'activités (en particulier : ciments et bétons, engins de chantier, systèmes d'emballage, spécialités chimiques).
- Le comportement d'achat.
- Les choix de créneaux et de clientèle.
- Le cycle de vie du produit.
- Gestion de produit, innovation et élimination.
- Le marketing mix (produit, prix, distribution, promotion, services à la clientèle).
- Les études de marché.

CONTENTS

- The marketing concept and the fundamentals of industrial marketing.
- A range of activities (in particular: cement and concrete, earthmoving equipment, packaging systems, chemical specialities).
- Buying behavior.
- Choice of market segments and clientele.
- Product life cycle.
- Product management, innovation and elimination.
- Marketing mix (product, price, distribution, promotion, customer services).
- Market research.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés et discussions, cas d'entreprise		NOMBRE DE CRÉDITS 1.5 (3 = hiver + été)
BIBLIOGRAPHIE: F. Léonard, "Stratégies de marketing industriel", PPUR, 1994, Lausanne, 308 p.		SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE: Ponctuel (oral)
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>		

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I, II		Title: THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I, II			
Enseignant : N. BALUC, J. BONNEVILLE, M. CARRARD, Chargés de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56/56
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Cours 2 / 2
		☐	☐	☐	Exercices 2 / 2
		☐	☐	☐	Pratique

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

- Elaboration des métaux et alliages
 - Déformation plastique.
 - Théorie des dislocations.
 - Dislocations imparfaites et dissociation, maclage.
 - Défauts ponctuels et diffusion.
 - Cinétique des dislocations : glissement, montée.
 - Fracture, propagation des fissures.
- Méthode de caractérisation des matériaux
 - Les métaux de pointe (superalliages, quasicristaux).
 - Les céramiques
 - Les matériaux composites.
- Les matériaux désordonnés (verres, polymères, cristaux liquides)
 - Théorie des fractales, théorie de la percolation.
 - Diffraction des corps amorphes, diffusion aux petits angles.

CONTENTS

- Elaboration of metals and alloys
 - Plastic deformation.
 - Theory of dislocations.
 - Imperfect dislocations and dissociation, twinning.
 - Point defects and diffusion.
 - Kinetic of dislocations: glide and climb.
 - Fracture, crack propagation.
- Characterization of materials
 - Advanced materials (superalloys, quasicrystals).
 - Ceramics.
 - Composite materials.
- Disordered materials (glasses, polymers, liquid crystals)
 - Theory of fractals, theory of percolation.
 - Diffraction by amorphous solids, small angle diffusion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec exercices en classe.	NOMBRE DE CRÉDITS 7
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)	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE I		Title: ADVANCED SOLID STATE PHYSICS I			
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	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.

CONTENTS

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. Magnetical 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
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide avancée I (7e semestre).		
<i>Préparation pour:</i>		

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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Cours 2 / 2
		☐	☐	☐	Exercices 2 / 2
		☐	☐	☐	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 cristalllogénèse** : croissance de mono cristaux, de couches minces,....
Elaboration de colloïdes, polymères,

OBJECTIVE

Understand experimental methods used presently in research and developement 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....

CONTENTS

- **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		

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE I		Title: ADVANCED STATISTICAL PHYSICS I			
Enseignant : P.A. BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
	7	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

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.

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.

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

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	

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II		Title: ADVANCED STATISTICAL PHYSICS II			
Enseignant : P.A. BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 8	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 56 Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

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.

CONTENTS

- 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:		SESSION D'EXAMEN	Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Un cours de physique du solide avancé		FORME DU CONTRÔLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique statistique de 3e année		
<i>Préparation pour:</i>	Orientations interdisciplinaires; physique de la matière condensée; physique théorique		

Titre : MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE I		Title: ADVANCED QUANTUM MECHANICS I			
Enseignant : N. MACRIS, Chargé de cours UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

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

This course aims to provide an introduction to semi-classical quantum mechanics and scattering theory for students who understand the basic principles of quantum mechanics.

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.

Semi-classical quantum mechanics

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

Adiabatic theorem

Hamiltonians which depend slowly on time. 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 the scattering of classical waves.

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
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique	
<i>Préparation pour:</i> Physique matière condensée, physique théorique, chimie physique	

Titre : MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE II		Title: ADVANCED QUANTUM MECHANICS II			
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
	8	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

OBJECTIVE

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.

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

CONTENTS

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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Acquérir sur un niveau élémentaire le formalisme et les concepts de base de la théorie quantique du rayonnement électromagnétique. Introduire les états cohérents du champ électromagnétique. Présenter une brève introduction aux propriétés statistiques du rayonnement. Etudier les processus d'interaction entre des atomes et des photons.

CONTENU

Théorie quantique du rayonnement électromagnétique

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique du rayonnement.
- Théorie quantique du champ électromagnétique. Relations de commutation fondamentales et opérateurs de champ.
- Le concept de photon. Les états à N-photons.
- Polarisation et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique produit par des courants électriques classiques.

Notions de base reliées à l'optique quantique

- Etats cohérents d'un oscillateur harmonique quantique unidimensionnel.
- Propriétés des états cohérents du rayonnement quantique. Influence de courants électriques extérieurs sur leur évolution.
- Description statistique du rayonnement quantique.
- Rayonnements chaotiques et cohérents. Rayonnement du corps noir.

Interaction entre atome et photons

- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Emissions induites et spontanées d'un photon par un atome. Règles de sélection.
- Absorption de photons par un atome.
- Origine des largeurs de raie naturelles des spectres d'émission et d'absorption.

OBJECTIVE

To provide at an elementary level the formalism and the conceptual scheme of the quantum theory of electromagnetic radiation. To introduce the coherent states of the electromagnetic field. To present a brief introduction to the statistical properties of radiations. To study the interaction processes between atoms and photons.

CONTENTS

Quantum theory of electromagnetic radiation

- Hamiltonian formulation of the classical theory of radiation.
- Quantum theory of the electromagnetic field. Fundamental commutation relations and field operators.
- The concept of photon. The N-photons states.
- Polarization and helicity for the photon.
- Quantum radiation generated by classical electric currents.

Basic notions related to quantum optics

- Coherent states of a one-dimensional quantum harmonic oscillators.
- Properties of the coherent states of the quantum radiation. Influence of external electric currents on their behaviour.
- Statistical description of the quantum radiation.
- Chaotic and coherent radiations. Black body radiation.

Interaction between atoms and photons

- Dipolar electric approximation of the atom-photons interaction.
- Induced and spontaneous emission of one photon by an atom. Selection rules.
- Photons absorption by an atom.
- Origin of the natural breadth of absorption and emission lines spectra.

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
Préalable requis: Physique quantique I, II. Electrodynamique.	
Préparation pour: 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)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 2
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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 polycopiées.	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	
Préparation pour:	

Titre : ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE		Title: QUANTUM ELECTRODYNAMICS			
Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
PHYSIQUE	8				Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	8				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 introductive 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-électron ou positron.
- Equation de Dirac avec champ électromagnétique extérieur. Invariance de jauge. Atome hydrogénoïde 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 introductive 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.

CONTENTS

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 polarisation. Anomalous magnetic moment. The Lamb's shift of the hydrogen atom.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices pendant le cours.

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique quantique I et II. Electrodynamique. Éléments de relativité restreinte

Préparation pour: Théorie quantique des champs. Physique des particules élémentaires.

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Titre : MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE		Title: ELECTRON MICROSCOPY			
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, Ph. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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 PÉRTE 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.

CONTENTS

INTRODUCTION TO SHORT WAVELENGTH RADIATIONS AND THEIR INTERACTION WITH MATTER: electromagnetic and corpuscular radiation, radiation classification, energy, wavelength. Radiation/matter interaction. Cross-section, mean free path. Elastic and inelastic interactions. Emission of secondary radiation.

SHORT THEORY ON THE SCATTERING OF ELECTRONS IN A CRYSTAL: General expression of the scattered amplitude and intensity. Atomic scattering factor, effect of thermal vibration. Convergent or parallel beam diffraction, Bragg law, reciprocal lattice and Ewald sphere. Absorption, diffraction and phase contrasts. Application to the characterisation of microstructures and defects. High resolution imaging.

TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY: Electron gun. Lenses, aberration and resolving power. Photographic and CCD camera recording. The different observation modes.

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY: Principle, instrumentation. Images obtained by secondary and backscattered electron emission. Topographic, chemical, crystallographic and absorbed current. Scanning-transmission microscopy.

X-RAY SPECTROMETRY MICROANALYSIS: Principle, X-ray emission, absorption and fluorescence in a crystal. Interaction and emission volumes. X-ray detectors. Wavelength dispersive spectrometer, monochromators, detectors. Energy dispersive spectrometer, detector. Data acquisition. Practice of microanalysis in the scanning electron microscope and the electron microprobe.

ELECTRON ENERGY LOSS SPECTROMETRY: Principle, spectrometer, detector, spectrum, qualitative and quantitative analysis, fine structure interpretation. Advantages and limitations of each method by comparison on several applications (metallic, semi-conductor and ceramic materials).

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
Préalable requis: Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.	
Préparation pour: 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) PHYSIQUE	Semestre 8	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42 Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 1
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	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'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 Interdepartmental Center for Electron Microscopy.

CONTENTS

- 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
Préalable requis:	Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins. Microscopie électronique.	
Préparation pour:	Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.	

Titre : ANÉLASTICITÉ ET PLASTICITÉ DES MILIEUX SOLIDES ORDONNÉS		Title: ANELASTICITY AND PLASTICITY OF ORDERED SOLID MEDIA			
Enseignant : G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 8	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

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

CONTENU

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.)

CONTENTS

- 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.
- 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.
- Anelasticity and plasticity due to dislocations**
Principal origin of anelastic et plastic behaviour of ordered solids : the interactions of the dislocations with punctual, linear and planar obstacles of intrinsic or extrinsic nature.
- 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:	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Physique du solide	
Préparation pour:	

Titre : DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS		Title: SEMICONDUCTOR ELECTRON DEVICES			
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 7	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42 Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

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

CONTENTS

- 1. Electronic properties of silicon**
 - Crystal structure and energy band diagrams
 - Carrier statistics in equilibrium and non-equilibrium
 - Electron transport in weak and strong fields
 - Generation and recombination processes.
- 2. Theory of junctions and interfaces**
 - pn and metal-semiconductor junctions
 - Oxide-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 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	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	8	☐	☒	☐	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

- Matériaux semiconducteurs optoélectroniques**
- Interactions lumière-matière**
Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique, constantes optiques.
- 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.
- Electroluminescence**
Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Applications à l'affichage et pour les communications à fibre.
- 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.
- Dispositifs d'optique intégrée planaire**
Guides d'ondes, interféromètres, miroirs, réseaux de diffraction, modulateurs, multiplexeurs.

CONTENTS

- Semiconductor materials for optoelectronics**
- Light-matter interactions in semiconductors**
Absorption, spontaneous and stimulated emission of radiation, dielectric function, optical constants.
- 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.
- Electroluminescence**
Electroluminescent diodes, emission spectra, efficiency, modulation. Applications for displays and fiber optic communications.
- 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.
- Integrated optoelectronics**
Planar optical waveguides, interferometers, mirrors, diffraction gratings, modulators, couplers, multiplexers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé 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	☐	☒	☐	Par semaine:
MICROTECHNIQUE	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	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.

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.

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 coeur; 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"

CONTENTS

- **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, Windkessel effect
- **The physics of the arterial system:**
Structure, passive and active mechanical properties of the arterial wall; pulsatile blood flow in a rigid tube, model of Womersley; propagation of pressure and flow waves in an elastic tube; reflection and attenuation of waves in arteries; physical models of the arterial system; blood-vessel wall interactions
- **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 cathedr 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
Préalable requis:	Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle	
Préparation pour:	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)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
MICROTECHNIQUE	8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

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

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 computerisée; algorithme de rétroprojection 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

CONTENTS

- **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 cathedr 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
Préalable requis: Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle	
Préparation pour:	

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS II		Title: PLASMA PHYSICS II			
Enseignant : K. APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	7	☐	☒	☐	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

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.

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Électrodynamique, Physique des plasmas I.

Préparation pour: Physique des plasmas III

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS III		Title: PLASMA PHYSICS III			
Enseignant : J.B. LISTER, Chargé de cours EPFL/CRPP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	8	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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 of controlled nuclear fusion. Study in depth of the Tokamak, currently the most advanced concept.

CONTENU

- I Principe**
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.

CONTENTS

- 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.	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, références à la littérature	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II	
Préparation pour:	

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE I		Title: SELECTED CHAPTERS OF MODERN OPTICS I			
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 7	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42 Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

To allow the student to master and to analyze phenomena occurring in modern optical systems.

CONTENU

- 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.
Spectromètres, télescopes et microscopes. Théorie exacte 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.

CONTENTS

- 1. Propagation of light:**
Propagation in stratified materials. Ellipsometry.
One and two-dimensionally guided modes. Optical fibers.
Optical beams. Stationary modes (resonators).
- 2. Diffraction:**
Fresnel zones. Gratings. Bragg's principle.
Resolution of spectrometers, telescopes and microscopes.
Exact theory and application of diffraction of vectoriel optical waves.
- 3. Optics of moving media and sources:**
Doppler effect. Fizeau's experiment. Sagnac effect.
Optical gyroscope.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Référence à la littérature, polycopié	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Optoélectronique II	
Préparation pour:	

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE II		Title: SELECTED CHAPTERS OF MODERN OPTICS II			
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 8	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42
		☐	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

To allow the student to master and to analyze phenomena in modern optical systems.

CONTENU

- Dispersion :**
Éléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Effet Faraday.
- Optique des cristaux :**
Propagation des ondes dans les cristaux (axes optiques). Réfraction double.
Axes optiques principaux. Symétrie optique des cristaux. Activité optique.
Polarisateurs. Compensateurs optiques.
- Introduction à l'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).

CONTENTS

- Dispersion:**
Introduction to the classical and quantum theory of dispersion. Faraday effect.
- Optics of crystal:**
Light propagation in crystals.
Double refraction.
Principal axis. Optical symmetry.
Optical activity.
Polarizers. Optical compensators.
- Introduction to nonlinear optics:**
Origin of the nonlinear polarisation. Pockels and Kerr effect. Optical modulation.
Integrated optics. Optical frequency doubling. Three wave parametric interactions.
Inelastic optical scattering (Raman and Brillouin effect).
Four wave interactions (principles and applications, e.g. phase conjugation).
Pico and femtosecond Pulses.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Référence à la littérature, polycopié	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Optique et Électrodynamique	
Préparation pour: Travaux pratiques	

Titre : PHYSIQUE DES NEUTRONS		Title: NEUTRON PHYSICS			
Enseignant : R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 7	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42
		☐	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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 et condition critique générale - Réacteurs hétérogènes.

5. Cinétique des réacteurs

– Modèle ponctuel : divergence prompte et différée.
– Applications pratiques - Cinétique spatiale.

6. Divers

–Théorie du transport - Méthodes numériques.

OBJECTIVE

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.

CONTENTS

1. Brief review of nuclear physics

– Historical: Consitution 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.

BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés + ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis:

Préparation pour: Aspects physiques de la production d'énergie

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

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) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	8	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	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. Ressources**
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 coeur / 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.

CONTENTS

- 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, geothermic 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	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié + ouvrages recommandés.	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Physique des neutrons	
Préparation pour:	

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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

To provide the student with basic methods of the computer simulation of physical systems.

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 multivariées** : 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**

CONTENTS

- **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>	

Titre : SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II		Title: COMPUTER SIMULATIONS OF PHYSICAL SYSTEMS II			
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

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

CONTENU

- **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.

CONTENTS

- **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
Préalable requis: Physique quantique	
Préparation pour:	

Titre :		RELATIVITÉ ET COSMOLOGIE I, II		Title:		RELATIVITY AND COSMOLOGY I, II	
Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP							
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42/42		
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:		
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours	2 / 2	
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Exercices	1 / 1	
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Pratique		

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.

CONTENTS

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 Schwarzschild 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
Préalable requis:	Formation correspondant au 2e propédeutique de physique	
Préparation pour:		

Titre : PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS I		Title: PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS I			
Enseignant : H. BRUNE, MER EPFL/DP, W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL, R. MONOT, Professeur tit. EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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

CONTENTS

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. Somorjai : 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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	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. fullerenes) will be addressed.

CONTENTS

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		SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>		

Titre : SCIENCES DU VIVANT I		Title: LIFE SCIENCES I			
Enseignant : H. VOGEL, Professeur EPFL/DC					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	7	☐	☒	☐	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.

OBJECTIVE

Understanding the principles of biochemical reactions and cellular functions.

CONTENU

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

CONTENTS

- Essential biochemistry**
 - Molecular building blocks: Carbohydrates, lipids, proteins, nucleic acids.
 - Physico-chemical principles in relation of structure and activity of biological systems.
- 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.
- Proteins as molecular machines**
 - NBiological catalysts: Basic concepts and catalytic strategies of enzymes.
 - Catalytic antibodies.
 - Energy and signal transduction.
- 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.
 - Protein expression. Transcription, translation, post-translational modifications and secretion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra.	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: L. Styer : "Biochemistry", Freeman 1995	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis:	
Préparation pour: Science du vivant, cours avancés : "Energie + matière, biomécanique" ou "Biologie de l'information"	

Titre : SCIENCES DU VIVANT II : BIOPHYSIQUE CELLULAIRE		Title: LIFE SCIENCES II: CELL BIOPHYSICS			
Enseignant : O. THOUMINE, Maître d'enseignement et de recherche,		EPFL/DP			
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
GÉNIE MÉCANIQUE	8	☐	☒	☐	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. Description de la cellule vivante; Analyse dimensionnelle.

Polymères biologiques et moteurs moléculaires :

2. Acides nucléiques : calcul et mécanique
3. Filaments d'actine : rhéologie et réseaux
4. Microtubules : instabilité dynamique et comportement mécanique
5. Systèmes moteurs : actine-myosine et tubuline-kinésine.

Membranes biologiques :

6. Liposomes : morphologie et comportement mécanique
7. Globules rouges : morphologie et mécanique
8. Protéines de membrane : mouvement et rôle dans la perméabilité.

Mécanismes d'adhésion :

9. Forces et énergies d'interaction entre surfaces biologiques
10. Adhésion cellulaire: cinétique des liens.

Mécanique cellulaire :

11. Rhéologie cellulaire
12. Etalement et migration cellulaire
13. Traction cellulaire et matrice extracellulaire.

14. Travail pratique au laboratoire.

OBJECTIVE

To present the basic mechanical and thermodynamical properties of living cells, together with some models to interpret them.

CONTENTS

Introduction:

1. Description of the living cell; Dimensional analysis.

Biological polymers and molecular motors:

2. Nucleic acids: calculus and mechanics
3. Actin filaments: rheology and networks
4. Microtubules: dynamic instability and mechanical behavior
5. Molecular motors: actin-myosin and tubulin-kinesin.

Biological membranes:

6. Liposomes: morphology and mechanical behavior
7. Red blood cells: morphology and mechanics
8. Membrane proteins: movement and role in permeability.

Adhesion mechanisms:

9. Forces and energies of interaction between biological surfaces
10. Cell adhesion: bond kinetics.

Cell mechanics:

11. Cell rheology
12. Cell spreading and migration
13. Cell traction and extracellular matrix.

14. Laboratory visit and practical work.

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: Sciences du vivant I	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Physique et mathématiques du premier cycle, bases de biochimie et biologie	
Préparation pour:	

Titre : PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS I		Title: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS I			
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre 7	Oblig. ☐	Option ☒	Facult. ☐	Heures totales: 42 Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Introduire les concepts de base nécessaires pour comprendre les phénomènes non-linéaires et chaotiques.
Illustrer ces concepts par de nombreux exemples.

OBJECTIVE

Give to the student the necessary tools to understand non-linear and chaotic phenomena. Illustrate the concepts by many examples from mechanics, fluid flows, chemistry, ecological models, electrical and laser systems.

CONTENU

- Exemples de systèmes non-linéaires en :**
Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.
- Équations différentielles et applications.**
Points d'équilibre et leur stabilité. Solutions périodiques et leur stabilité.
- Bifurcations, noeud-col, sous-harmonique, de Hopf. Hystérèse.**
- Vers le chaos :**
 - Route sous-harmonique. Groupe de renormalisation et universalité
 - Route quasi-périodique
 - Intermittence

CONTENTS

- Examples of non-linear systems :**
Mechanics, astronomy, fluid dynamics, chemical reactions, ecology,
- Differential equations and mappings.**
Equilibrium points and their stability.
Periodic solutions and their stability.
- Bifurcations. Saddle-node, sub-harmonic, Hopf bifurcation. Hysteresis.**
- Roads to chaos :**
 - Period doubling. Renormalisation group and universality
 - Quasi-periodic scenario
 - Intermittent scenario.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique, dynamique des fluides	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Mathématiques du 1er cycle. Mécanique	
Préparation pour: Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire	

Titre : PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS II		Title: NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS II			
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP					
Section (s) PHYSIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	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**

CONTENTS

- 1. Diagnosis of chaos**
Power spectrum. Correlation functions. Liapunov exponents
- 2. Strange attractors and fractal objects**
Geometry of fractal sets. Multifractals. Experimental methods to analyse chaotic signals.
- 3. Elements of ergodic theory**
Invariant measure. Mixing systems. Entropy.
- 4. Examples of chaotic maps**
The tent map and Smale horseshoe
- 5. Classical billiards and KAM theory**
- 6. The problem of quantum chaos**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	SESSION D'EXAMEN
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Le cours du 7e semestre	
Préparation pour: Travail interdisciplinaire	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCÉE I		<i>Title:</i> ADVANCED THEORETICAL PHYSICS I			
<i>Enseignant :</i> P. SANTINI (suppléant) Maître-assistant UNIL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	<i>Cours</i> 2
		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 1
		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Approfondir les connaissances de la physique du solide et surtout des phénomènes à plusieurs particules.

OBJECTIVE

To provide further knowledge of solid-state physics, and in particular of many-body phenomena.

CONTENU

- Seconde quantification.
- Ondes de spin ferro- et antiferromagnétiques, théories classique et quantique. Interactions entre magnons.
- Modèle de Hubbard. Solution Hartree-Fock. Paramagnons. Ondes de densité de spin. Son zéro. Transition de Mott. Fonction d'onde de Gutzwiller. Modèle t - J . Supraconducteurs à haute température critique.

CONTENTS

- Second quantisation.
- Ferro- and antiferromagnetic spin wave, classical and quantum theory. Magnon interactions.
- Hubbard model. Hartree-Fock solution. Paramagnons. Spin density waves. Zero sound. Mott transition. Gutzwiller wave-function. t - J model. High T_c superconductors.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison		NOMBRE DE CRÉDITS	3.5
BIBLIOGRAPHIE:		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; Physique des matériaux solides I et II.		
<i>Préparation pour:</i>	Physique de la matière condensée; Physique théorique		

Titre : PHYSIQUE THÉORIQUE AVANCÉE II		Title: ADVANCED THEORETICAL PHYSICS II			
Enseignant : P. SANTINI (suppléant) Maître-assistant UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Introduction à la théorie des transitions de phase, avec applications surtout au magnétisme.

OBJECTIVE

Introduction to the theory of phase transitions, especially as applied to magnetism.

CONTENU

- Caractéristiques et concepts généraux des transitions de phase, avec exemples.
- Modèles microscopiques. Anisotropie magnétique, champ électrique cristallin.
- Formulation variationnelle de la théorie du champ moyen.
- Magnétisme avec moments induits.
- Méthode Monte Carlo.
- Matrice de transfert. Décomposition de Trotter et matrice de transfert quantique.
- Expansions en série.
- Groupe de renormalisation.

CONTENTS

- General characteristics and concepts of phase transitions, with examples.
- Microscopic models. Magnetic anisotropy, crystal electric field.
- Variational mean-field theory.
- Induced-moment magnets.
- Monte Carlo method.
- Transfer matrix. Trotter decomposition and quantum transfer matrix.
- Series expansions.
- Renormalisation group.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison		NOMBRE DE CRÉDITS	3.5
BIBLIOGRAPHIE:		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; Physique des matériaux solides I et II.		
<i>Préparation pour:</i>	Physique de la matière condensée; Physique théorique		

<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	☐	☒	☐	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	<i>Cours 2 / 2</i>
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	<i>Exercices 2 / 2</i>
PHYSIQUE FACUTLÉ	8	☐	☒	☐	<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

CONTENTS

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.	NOMBRE DE CRÉDITS 7
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : MODÈLES NUCLÉAIRES : RÉACTIONS NUCLÉAIRES ET PLASMA DE QUARKS ET GLUONS I, II		Title: NUCLEAR MODELS: NUCLEAR REACTIONS AND PLASMA OF QUARKS AND GLUONS I, II			
Enseignant : vacat, UNIL (modèles), A. BAY, Professeur assistant UNIL (réactions)					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42/42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACUTLÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2 / 2
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Exercices 1 / 1
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Pratique

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 deuton, 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.

CONTENTS

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
Préalable requis:	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 du 3e cycle	

Titre : PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II		Title: ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS I, II			
Enseignant : A. BAY, Professeur assistant UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42/42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACUTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2 / 2
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Exercices 1 / 1
PHYSIQUE FACUTLÉ	8	☐	☒	☐	Pratique

OBJECTIFS

Introduction à l'aspect expérimental et à la description phénoménologique de la physique des particules.

CONTENU

Introduction :

Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification.
DéTECTEURS, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique.
Les particules en astrophysique et cosmologie.
Relativité restreinte, équations de Klein-Gordon et de Dirac.

Propriétés des particules :

Masse, charge, temps de vie, spin, moment magnétique...

Symétries et lois de conservation :

Invariance par translation et rotation, parité, conjugaison de charge, inversion temporelle, violation de P et de CP, théorème CPT, l'isospin.

QED :

Introduction. Les règles de Feynman. Les facteurs de forme.

Partons et quarks :

Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron au LEP, jets et cordes.

L'interaction faible :

La théorie de Fermi, théorie V-A. Désintégration du pion et du muon. La théorie de Cabibbo. Les bosons W et Z et leur observation aux collisionneurs.

Modèle des quarks et QCD :

SU(3) saveur, structure des mesons et des baryons, SU(N) saveur. Quarkonium. La couleur.

Théories de jauge et le Modèle Standard :

Invariance de jauge globale et locale. Théories de Yang et Mills. La brisure spontanée de symétrie. La théorie Electro-Faible: SU(2)xU(1). Le Higgs. Les GUTs, la grande unification.

OBJECTIVE

Introduction to experimental and phenomenological aspects of Particle Physics.

CONTENTS

Introduction:

The Standard Model, a step toward the Grand unification.
Particle detection, accelerators, natural radioactivity, cosmic rays. Particle physics and Astrophysics and Cosmology.
Relativity, equations of Klein-Gordon and Dirac.

Properties of particles:

Mass, charge, lifetime, spin, magnetic moment,...

Symmetries and conservation laws:

Invariance under space translation and rotation, 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

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

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

NOMBRE DE CRÉDITS 7

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Titre : ACCÉLÉRATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX		Title: ACCELERATORS			
Enseignant : J.P. PERROUD, Maître Enseignement et Recherche UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACUTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Le domaine des accélérateurs de particules s'est développé depuis plus de 60 ans. Il met en oeuvre 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 électrostatique 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

CONTENTS

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

BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Notions de relativité restreinte et d'électrodynamique

Préparation pour:

NOMBRE DE CRÉDITS 3.5

SESSION D'EXAMEN Automne

FORME DU CONTRÔLE: Examen oral

Titre : DÉTECTION DES PARTICULES IONISANTES		Title: DETECTION OF IONIZING PARTICLES			
Enseignant : J.F. LOUDE, Professeur associé UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique
		☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Compréhension du fonctionnement et des caractéristiques des détecteurs de particules émises par les noyaux radioactifs et dans les expériences auprès des accélérateurs.

OBJECTIVE

To understand operational characteristics of detectors for particles produced by radioactive nuclei and during accelerator experiments.

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.

CONTENTS

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	NOMBRE DE CRÉDITS 3.5
BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours	SESSION D'EXAMEN Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
Préalable requis: Connaissances élémentaires en physique nucléaire et corpusculaire. Notions en électronique.	
Préparation pour: Diplôme en physique nucléaire et corpusculaire.	

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE I : BIOPHYSIQUE		Title: TOPICS IN THEORETICAL PHYSICS I: BIOPHYSICS			
Enseignant : Z. DOMANSKI, PD, Professeur remplaçant UNIL					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
PHYSIQUE	7	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

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.

CONTENTS

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.

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>	

<i>Titre :</i> CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THÉORIQUE II : BIOPHYSIQUE		<i>Title:</i> TOPICS IN THEORETICAL PHYSICS II: BIOPHYSICS			
<i>Enseignant :</i> Z. DOMANSKI, PD, Professeur remplaçant UNIL					
<i>Section (s)</i> PHYSIQUE PHYSIQUE FACULTÉ	<i>Semestre</i> 8 8	<i>Oblig.</i> ☐ ☐ ☐ ☐	<i>Option</i> ☒ ☐ ☐ ☐	<i>Facult.</i> ☐ ☐ ☐ ☐	<i>Heures totales:</i> 42 <i>Par semaine:</i> <i>Cours</i> 2 <i>Exercices</i> 1 <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

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 mécano-chimiques. Les ondes biologiques. 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.

CONTENTS

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. Mechano-chemical processes. Biological waves. 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	☐	☒	☐	Par semaine:
PHYSIQUE FACULTÉ	7	☐	☒	☐	Cours 2 / 2
PHYSIQUE	8	☐	☒	☐	Exercices 1 / 1
PHYSIQUE FACULTÉ	8	☐	☒	☐	Pratique

OBJECTIFS

Présenter les idées et les méthodes de la théorie des champs quantiques relativistes, considérée comme description des interactions fondamentales entre particules élémentaires.

OBJECTIVE

To present the ideas and methods of the relativistic quantum theory of fields, viewed as a description of the fundamental interactions of elementary particles.

CONTENU

- 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).
- 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.
- Champs en interaction :** Matrice S et amplitudes de diffusion, sections efficaces, taux de désintégration. Matrice S et fonctions de Green, formules de réduction. Développement perturbatif et diagrammes de Feynman, théorèmes de Wick.
- Applications à la physique des particules élémentaires**
- Problèmes plus avancés :** Renormalisation. Attaques non perturbatives.

CONTENTS

- 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.
- 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.
- 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.
- Applications to elementary particle physics**
- 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
Préalable requis: Électrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.	
Préparation pour: 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	E+GM	143
Châtelain André	Mécanique générale II	E+GM	144
Benoit Willy	Mécanique générale I, II	MT+MX	145, 146
Bonard Jean-Marc	Physique générale III	IN+SSC	147
Buttet Jean	Physique générale IV	IN+SSC	148
Chawla Rakesh	Energétique	GM	149
Deveaud-Plédran Benoît	Physique générale I, II Optoélectronique	GM MT	150, 151 152
Gotthardt Rolf	Mécanique générale I, II [cours en allemand]	GC+GR+E+ GM+MT+MX	153, 154
Grioni Marco	Physique générale I, II	IN	155, 156
Kapon Eli	Physique générale I, II Physique générale I, II	MT E	157, 158 159, 160
Kern Klaus	Physique générale I, II [cours en allemand]	MT + E	161, 162
Lévy Francis	Physique du solide Physique et technologie des semiconducteurs	MX MX	163 164
Margaritondo Giorgio	Physique générale I, II Physique générale III	CH CH	165, 166 167
Meister Jean-Jacques	Physique générale I, II	GC+GR	168, 169
Monot René	Physique générale III	E	170
Sanjines Rosendo	Travaux pratiques de physique	ME / MT	171, 172
Schaller Robert	Travaux pratiques de physique	GC+GR / E MA / MX	173, 174 175, 176
Stergiopulos Nikos	Mécanique générale I, II	GC+GR	177, 178
Villard Laurent	Physique générale I, II	SSC	179, 180
Zuppiroli Libero	Physique générale I, II	MX+MA	181, 182

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 70
ÉLECTRICITÉ.....	1	☒	☐	☐	Par semaine:
GÉNIE MÉCANIQUE.....	1	☒	☐	☐	Cours 3
ÉLECTRICITÉ ETS.....	1	☒	☐	☐	Exercices 2
GÉNIE MÉCANIQUE ETS	1	☒	☐	☐	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 Kepler, 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: Examen écrit au propédeutique et contrôle continu
BIBLIOGRAPHIE:	Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753, 809, A11039, Dg28	
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: A. CHÂTELAIN, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
ÉLECTRICITÉ.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	2	☒	☐	☐	<i>Cours 2</i>
ÉLECTRICITÉ ETS.....	2	☒	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
GÉNIE MÉCANIQUE ETS.	2	☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

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: Examen écrit au propédeutique et contrôle continu
BIBLIOGRAPHIE: Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E178, 753, 809, Al1039, Dg28		
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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATÉRIAUX.....	1	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
MICROTECHNIQUE ETS..	1	☒	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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

Equivalence 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: 2 Tests écrits Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE:	Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) et corrigés d'exercices	
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					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATÉRIAUX.....	2	☒	☐	☐	<i>Cours 2</i>
MICROTECHNIQUE ETS..	2	☒	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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'Alembertt, de Lagrange et d'Hamilton pour les systèmes holonômes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices dirigés en salle	FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Mécanique Générale (C. Gruber et W. Benoit) 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 III					
Enseignant: J.M. BONARD, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
INFORMATIQUE.....	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
SYSTÈMES DE COMMUN.	3	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 1
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois que les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

CONTENU

DÉFORMATION DES SOLIDES

MÉCANIQUE DES FLUIDES

- Statique des fluides
- Cinématique et dynamique des fluides parfaits
- Les fluides réels, équ. de Navier-Stokes, écoulement de Poiseuille

PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES

- Notions générales sur la propagation d'une onde, y.c. aspects énergétiques
- Célérité et description de diverses ondes se propageant dans un milieu matériel
- Composition d'ondes : réflexion, ondes stationnaires, modulation, phénomènes d'interférence et de diffraction

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu : exercices rendus, tests payants facultatifs en cours de semestre Examen écrit Propédeutique II
BIBLIOGRAPHIE:	University Physics, A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990)	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Cours de math. et physique de 1ère année	
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale IV	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE IV					
Enseignant: J. BUTTET, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
INFORMATIQUE.....	4	☒	☐	☐	Par semaine:
SYSTÈMES DE COMMUN. .	4	☒	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

CONTENU

ÉLECTROMAGNÉTISME

- Électrostatique : la loi de Coulomb et le champ électrique, la loi de Gauss, le potentiel électrique, capacité et énergie, les champs électriques dans la matière diélectrique
- Courant électrique et circuits RC
- Magnétostatique : les courants comme source du champ d'induction magnétique, les lois fondamentales, les propriétés magnétiques de la matière
- L'induction électromagnétique : la force électro-motrice, la loi d'induction, inductances, l'énergie magnétique
- Les équations de Maxwell : le courant de déplacement et les équations dans le vide, les ondes électromagnétiques, vecteur de Poynting et énergie EM

OPTIQUE PHYSIQUE

- Les phénomènes d'interférence en optique
- Diffraction par une fente, un réseau, pouvoir de résolution, holographie
- La lumière polarisée et la biréfringence

ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE MODERNE

- Limites de la physique classique, corps noir, effet photo-électrique, la nature quantique des radiations
- Éléments de physique quantique : l'équation de Schrödinger, puits et barrière de potentiel, effet tunnel, structure atomique, structure électronique des solides

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices en classe	FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: University Physics, A. Hudson et R. Nelson, Saunders College publish (1990)	Contrôle continu : exercices rendus, tests payants facultatifs en cours de semestre
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Examen écrit Propédeutique II
<i>Préalable requis:</i> Cours de math. et physique de 1ère année et 3ème semestre	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : ÉNERGÉTIQUE II		Title: ENERGETICS II			
Enseignant : R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP, J. THOME, Professeur EPFL/DGM, A. McEVOY, Chargé de cours EPFL/DC					
Section (s) GÉNIE MÉCANIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
	8	☐	☒	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 4
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

Connaître les principales filières de conversion d'énergie primaire en électricité, y compris chaleur-force et les filières de pompes à chaleur et de réfrigération, ainsi que les lois et principes physiques sur lesquels elles sont basées. Etre capable de prédimensionner les composants principaux des filières thermiques. Connaître les principales implications environnementales et les risques liés à ces filières, ainsi que les perspectives technologiques de réduction.

OBJECTIVE

To know the main technologies for the conversion of primary energy to electricity (including cogeneration) and for heat pumping and refrigeration, as well as the main laws on which they are based. To be capable of dimensioning the main components of the corresponding thermal processes. To become familiar with the main environmental implications and risks, as well as the technological perspectives for reducing them.

CONTENU

Thermodynamique des mélanges de substances chimiques différentes (potentiels chimiques, loi de Raoult, diagramme de phase de mélange binaire - diagramme de Merkel, équations d'état, etc.).

Filières de pompes à chaleur (y.c. réfrigération) : synthèse, cycles à compression (de gaz-Stirling, de vapeur-Rankine et Lorenz, cycles à ab- ou adsorption (y.c. transformateur de chaleur et cycles à diffusion). Les fluides frigorigènes et leur problématique environnementale et de sécurité (potentiel d'atteinte à la couche d'ozone, de réchauffement global, etc.).

Transfert de chaleur et de masse multiphase avancés : condensateurs, évaporateurs, etc.

Filières de conversion d'énergie primaire en électricité : synthèse, centrales thermiques avancées à combustibles fossiles, filières de conversion directe (technologie de piles à combustible et de production d'hydrogène), **filières nucléaires :** notions de physique nucléaire - fission - taille critique d'un réacteur - cycles du combustible - centrales nucléaires (conception physique, thermohydraulique du coeur, contrôle, principales filières) - environnement - sécurité.

CONTENTS

Thermodynamics of mixtures of different chemical species (chemical potentials, Raoult's law, phase diagram of binary mixtures - Merkel diagram, state equations, ...).

Technologies for heat pumping (incl. refrigeration): synthesis, compression cycles (gas-Stirling, vapor-Rankine or Lorenz), absorption cycles (incl. heat transformer and diffusion cycles). Refrigerants, safety and environment (potentials for ozone layer reduction or global warming, ...).

Advanced muliphase heat and mass transfer: condensators, evaporators, etc.

Technologies for energy conversion to electricity: synthesis, advanced fossil fuels thermal power plants, technologies for direct energy conversion (families of fuel cells, paths for converting fossil fuels to hydrogen), nuclear power plants: nuclear physics elements - fission - critical size of a reactor - fuel cycles - nuclear reactor systems (physics design, thermohydraulics of the core, control, principal types of power plants) - environmental aspects - safety.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exemples et exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Cours polycopiés, bibliographie.	SESSION D'EXAMEN Promotion ou diplôme
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Thermodynamique et Energétique, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur et de masse, Réglage.	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE MÉCANIQUE ETS.	2	☒	☐	☐	<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: Contrôle continu partiel Propédeutique en fin d'année
BIBLIOGRAPHIE: Giancoli, Physique générale, Ed. de Boeck	
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	☒	☐	☐	Par semaine:
GÉNIE MÉCANIQUE ETS.	3	☒	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	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 Lorentz, $E=mc^2$. 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:			
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique I et II		
<i>Préparation pour:</i>			

Titre : OPTOÉLECTRONIQUE		Title: OPTOELECTRONICS			
Enseignant : B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP					
Section (s) MICROTECHNIQUE	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	7	☒	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs.

OBJECTIVE

Get to know and understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials.

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

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
Préalable requis: Physique des dispositifs à semiconducteurs	
Préparation pour:	

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I / MECHANIK I [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:</i> 70
GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX...	1	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
GÉNIE MÉCANIQUE	1	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
MICROTECHNIQUE.....	1	☒	☐	☐	<i>Pratique</i>

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
Newtonsche Gesetze
Arbeit, Leistung, kinetische Energie
Erhaltungssätze
- **Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern**
Eulersche Winkel
Rotationsvektor

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> Gute Arbiturkenntnisse in Mathematik und Physik	
<i>Préparation pour:</i> Mechanik II, "mécanique appliquée", "physique générale"	

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:</i> 56
GÉNIE CIVIL, GÉNIE RURAL...	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
ÉLECTRICITÉ, MATÉRIAUX....	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 2
GÉNIE MÉCANIQUE.....	2	☒	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	<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> Mécanik I, Analyse I	
<i>Préparation pour:</i> "mécanique appliquée", "physique générale"	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: M. GRIONI, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
INFORMATIQUE.....	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 1</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

I MÉCANIQUE

- 1. Introduction**
- 2. Cinématique du Point Matériel**
Trajectoire, vitesse, accélération
- 3. Changements de Référentiels**
Translation et rotation
- 4. Dynamique du Point Matériel**
Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Moments de forces. Lois de Newton. Gravitation. Forces centrales. Mouvement vibratoire. Forces de frottement.
- 5. Travail, Puissance et Énergie**
Énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique. Lois de conservation.

(suite : cf. Physique Générale II)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en classe		FORME DU CONTRÔLE: Test payant facultatif en cours de semestre
BIBLIOGRAPHIE:	Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 Alvin Hudson and Rex Nelson, University Physics - Saunders College Publishing	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Progressivement Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	Physique Générale II, III, IV	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
Enseignant: M. GRIONI, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 84</i>
INFORMATIQUE.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Cours 4</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

Suite du cours de Physique 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 **THERMODYNAMIQUE**

1. **Équilibre thermodynamique**

Pression, température et énergie interne. Équation d'état.

2. **Échanges d'énergie**

Travail et chaleur. Premier principe thermodynamique.

3. **Entropie**

Deuxième principe thermodynamique. Cycles, Rendement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en classe		FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 Alvin Hudson and Rex Nelson, University Physics - Saunders College Publishing		Test payant facultatif en cours de semestre
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Analyse I et progressivement Analyse II	
<i>Préparation pour:</i>	Physique Générale III, IV	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I : THERMODYNAMIQUE ET ONDES					
Enseignant: E. KAPON, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	<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 transformations thermodynamiques et la propagation des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces domaines et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

CONTENU

- Théorie cinétique des gaz, équilibre thermique, équations d'état.
- Travail; chaleur; premier principe.
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques.
- Applications : diffusion, changements de phase, machines thermiques.
- Équations d'onde et solutions, impédance, intensité, polarisation.
- Superposition d'ondes, réflexion et transmission, ondes stationnaires, interférence et diffraction.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu 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>	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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MICROTECHNIQUE ETS..	3	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de la mécanique des fluides.
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et montrer 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.
- Statique et dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernouilli, de Navier-Stokes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu 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> Cours du 2e cycle	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
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: 84</i>
ÉLECTRICITÉ.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
ÉLECTRICITÉ ETS.....	2	☒	☐	☐	<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 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

- Théorie cinétique des gaz, équilibre thermique, équations d'état.
- Travail; chaleur; premier principe.
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques.
- Applications : diffusion, changements de phases, machines thermiques.
- Équations d'onde et solutions, impédance, intensité, polarisation.
- 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: 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>
ÉLECTRICITÉ.....	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
ÉLECTRICITÉ ETS.....	3	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de la mécanique des fluides.
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Électrostatique, magnétostatique; champs dans la matière.
- Champs dépendant du temps, loi d'induction, équations de Maxwell, ondes électromagnétiques.
- Statique et dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernoulli, de Navier-Stokes.

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	

Titre : EXPERIMENTALPHYSIK I/PHYSIQUE GÉNÉRALE I [COURS EN ALLEMAND]					
Enseignant: K. KERN, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	Par semaine:
ELECTRICITÉ.....	2	☒	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe		FORME DU CONTRÔLE: Exercices à la maison avec système de bous Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE: Demtröder: Experimentalphysik II & III, Springer-Verlag, Berlin, 1996		
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 II/PHYSIQUE GÉNÉRALE II [COURS EN ALLEMAND]					
Enseignant: K. KERN, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	Par semaine:
ELECTRICITÉ.....	2	☒	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	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 Grundlagen der Quantenmechanik
- II.2 Einfachste Atome und Moleküle
- II.3 Aufbau von Molekülen
- II.4 Energieverteilung in Molekülanhäufungen
- II.5 Wärmelehre und Transportvorgänge
- II.6 Bindungen in Festkörpern
- II.7 Die Struktur fester Körper
- II.8 Leiter, Isolatoren und Halbleiter
- II.9 Amorphe Festkörper, Flüssigkeiten und Flüssigkristalle

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe	FORME DU CONTRÔLE: Exercices à la maison avec système de bous Examen écrit au Propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE: Demtröder: Experimentalphysik II & III, Springer-Verlag, Berlin, 1996	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Calcul différentiel et intégral, mécanique générale, physique générale I	
<i>Préparation pour:</i> Cours du 2e cycle	

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE (INTRODUCTION)		Title: SOLID STATE PHYSICS (INTRODUCTION)			
Enseignant : F. LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP					
Section (s) MATÉRIAUX	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 42
	5	☒	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 3
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

- Phénoménologie des propriétés physiques des corps solides
- Modèles essentiels pour l'interprétation des propriétés fondamentales
- Nature, origine et importance des phénomènes
- Méthodes principales de mesures et d'analyses

OBJECTIVE

- Phenomenology of the physical properties of the solid state
- Basic models for the interpretation of the fundamental properties
- Nature, origin and importance of solid state phenomena
- Main techniques of measurements and analysis

CONTENU

- L'état solide cristallin
- Dynamique des réseaux et phonons
- Modèle de l'électron libre
- Bandes d'énergie électroniques
- Phénomènes de transport électronique
- Propriétés diélectriques
- Magnétisme

CONTENTS

- Crystalline solid state
- Lattice dynamics and phonons
- Free electron model
- Band structure for the electrons
- Electronic transport phenomena
- Dielectric properties
- Magnetic properties

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 3
BIBLIOGRAPHIE: Traité des matériaux, Vol. 8 et 18	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, cristallographie, chimie	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre : PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS		Title: SEMICONDUCTOR PHYSICS AND TECHNOLOGY			
Enseignant : F. LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP					
Section (s) MATÉRIAUX	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
	6	☒	☐	☐	Par semaine:
		☐	☐	☐	Cours 2
		☐	☐	☐	Exercices
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

- Propriétés physiques des semiconducteurs
- Principes et fonctionnement des dispositifs à semiconducteurs
- Solutions à des problèmes techniques à l'aide de systèmes à semiconducteurs
- Technologie des matériaux semiconducteurs et de la microélectronique

OBJECTIVE

- Physical properties of semiconductors
- Principles and behaviour of semiconductors devices
- Technical solutions based on semiconductors system
- Semiconductors technology and microelectronics

CONTENU

- Semiconducteurs classiques
- Statistique des porteurs de charge
- Semiconducteurs à l'équilibre
- Semiconducteurs hors-équilibre
- Dispositifs et structures de base
- Technologie du silicium
- Technologies des circuits intégrés

CONTENTS

- Classical semiconductors
- Charge carriers statistics in semiconductors
- Uniform electronic semiconductors inequilibrium
- Excess carriers in semiconductors
- Basic semiconductor devices
- Silicon technology
- Integrated circuits technology

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices	NOMBRE DE CRÉDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Traité d'électricité, Vol. 18	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTRÔLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique du solide	
<i>Préparation pour:</i> Microelectronics and technology	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 70
CHIMIE.....	1	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	1	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

CONTENU

MÉCANIQUE :

- 1) Mécanique des particules: cinématique, loi de Newton et dynamique, énergie.
- 2) Mécanique des ensembles de particules: loi de conservation.
- 3) Mécanique des corps solides.
- 4) Questions de référentiel et éléments de relativité.

PHYSIQUE DES FLUIDES :

- 1) Hydrostatique.
- 2) Dynamique sans viscosité: théorèmes d'Euler et de Bernouilli.
- 3) Viscosité.

THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (début) :

- 1) Méthodes statistiques.
- 2) Théorie cinétique du gaz parfait.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe		FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit au propédeutique I
BIBLIOGRAPHIE:	Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn: PHYSIQUE GENERALE) et notes de cours	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Utilisation progressive d'Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale II	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
Enseignant: G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
CHIMIE.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	2	☒	☐	☐	<i>Cours 4</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 1</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

CONTENU

THERMODYNAMIQUE ÉLÉMENTAIRE (suite)

- 1) Équation de van der Waals et transition de phase.
- 2) 1er et 2e principes: énergie interne et entropie.
- 3) Transfert de chaleur: conduction, convection, rayonnement.

ÉLECTROMAGNÉTISME (début)

- 1) Électrostatique: champ électrique, potentiel, théorème de Gauss, capacité.
- 2) Courant stationnaire: résistivité, loi d'Ohm.
- 3) Magnétostatique: champ B, lois générales.
- 4) Induction, circuits électriques
- 5) Equation de Maxwell
- 6) Éléments 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					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
CHIMIE.....	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
CHIMIE FACULTÉ.....	3	☒	☐	☐	<i>Cours 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 1</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

CONTENU

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:</i> 70
GÉNIE CIVIL.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 3
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<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

- **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 en classe	FORME DU CONTRÔLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	Listes d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique générale II au 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					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
GÉNIE CIVIL.....	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	3	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<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

- **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 en classe	FORME DU CONTRÔLE:
BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique générale I au 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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
ÉLECTRICITÉ ETS.....	4	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 1</i>
.....		☐	☐	☐	<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: Contrôle continu et examen écrit au Propédeutique II
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées	
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)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
MÉCANIQUE.....	3	☒	☐	☐	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 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>		FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu : rapports écrits, 1 exposé oral
---	--	--

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
Enseignant: R. SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
MICROTECHNIQUE.....	4	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	<i>Cours</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i> 2

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:
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition; Douglas C. Giancoli "Physique générale 1, 2, 3" 1993, Ed. de Boeck Wesmael	Contrôle continu : rapports écrits et 1 exposé oral
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale	
Préalable requis:	
Préparation pour:	

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
GÉNIE CIVIL.....	3	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	3	☒	☐	☐	<i>Cours</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique 2</i>

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 BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Cours de Mathématiques, Mécanique générale et Physique générale <i>Préalable requis:</i> <i>Préparation pour:</i>	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu
---	---

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE					
Enseignant: R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
ÉLECTRICITÉ.....	4	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours
.....		☐	☐	☐	Exercices
.....		☐	☐	☐	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.

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 polycopiées	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
MATHÉMATIQUES.....	4	☒	☐	☐	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, énergie nucléaire, rayons X

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines	FORME DU CONTRÔLE: Contrôle continu
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées	
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: 42
MATÉRIAUX.....	4	☒	☐	☐	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: Contrôle continu
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées	
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 : POINTS MATÉRIELS, SOLIDES ET FLUIDES					
Enseignant: N. STERGIOPULOS, Professeur assistant EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GÉNIE CIVIL.....	1	☒	☐	☐	Par semaine:
GÉNIE RURAL	1	☒	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices 1
.....		☐	☐	☐	Pratique

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; centre de masse.
- **Cinématique du point matériel :**
Description du mouvement; 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; dynamique terrestre.
- **Mouvements oscillants :**
Oscillateurs harmoniques, amortis et forcés; résonance; oscillateurs harmoniques couplés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit au propédeutique
BIBLIOGRAPHIE:	Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices	
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 : POINT MATÉRIELS, SOLIDES ET FLUIDES					
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:</i> 56
GÉNIE CIVIL.....	2	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE RURAL	2	☒	☐	☐	<i>Cours</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 1
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

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. Introduire les lois de la statique, de la cinématique et de la dynamique des fluides.

CONTENU

- **Dynamique des systèmes matériels :**
Lois générales; lois de conservation; énergie cinétique, potentielle et mécanique.
- **Cinématique du solide :**
Description du mouvement; angles d'Euler; composition des vitesses et des accélérations.
- **Dynamique du solide :**
Moment et produit d'inertie; axes principaux d'inertie; équations d'Euler; énergie cinétique et mécanique; gyroscope.
- **Mécanique des fluides :**
Statique de fluides; cinématique des fluides; dynamique des fluides parfaits; équation de Bernoulli; équations d'Euler; équations de Navier-Stokes; écoulement laminaire et turbulent.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit au propédeutique
BIBLIOGRAPHIE:	Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique générale I et Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	Physique générale	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP					
Section (s) SYSTÈMES DE COMMUN. ..	Semestre 1	Oblig. ☒	Option ☐	Facult. ☐	Heures totales: 42
.....		☐	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	Cours 2
.....		☐	☐	☐	Exercices 1
		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

I MÉCANIQUE

- 1. Introduction**
- 2. Cinématique du Point Matériel**
Trajectoire, vitesse, accélération
- 3. Changements de Référentiels**
Translation et rotation
- 4. Dynamique du Point Matériel**
Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Moments de forces. Lois de Newton. Gravitation. Forces centrales. Mouvement vibratoire. Forces de frottement.
- 5. Travail, Puissance et Énergie**
Énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique. Lois de conservation.

(suite : cf. Physique Générale II)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en classe		FORME DU CONTRÔLE: Test payant facultatif en cours de semestre
BIBLIOGRAPHIE: Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR		
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>	Progressivement Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	Physique Générale II, III, IV	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
Enseignant: L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
SYSTÈMES DE COMMUN. .	2	☒	☐	☐	Par semaine:
.....		☐	☐	☐	<i>Cours</i> 4
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices</i> 2
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

Suite du cours de Physique 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 THERMODYNAMIQUE

1. Équilibre thermodynamique

Pression, température et énergie interne. Équation d'état.

2. Échanges d'énergie

Travail et chaleur. Premier principe thermodynamique.

3. Entropie

Deuxième principe thermodynamique. Cycles, Rendement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec expériences en classe	FORME DU CONTRÔLE: Test payant facultatif en cours de semestre
BIBLIOGRAPHIE: Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986 C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et progressivement Analyse II	
<i>Préparation pour:</i> Physique Générale III, IV	

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant: L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 84
MATÉRIAUX.....	2	☒	☐	☐	Par semaine:
MATHÉMATIQUES.....	2	☒	☐	☐	Cours 4
.....		☐	☐	☐	Exercices 2
.....		☐	☐	☐	Pratique

OBJECTIFS

Ce cours cherche à mettre en lumière quelques méthodes importantes 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'EQUILIBRE

Aperçu historique des faits expérimentaux et de leurs interprétations. Au-delà de la mécanique, température et chaleur, énergie interne, entropie et énergie libre.

THEORIE CINETIQUE 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.

ELEMENTS D'ELECTRODYNAMIQUE

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:	Polycopié du cours et recueil d'exercices. University Physics (second ed.) by Alvin Hudson and Rex Nelson. Cours de physique pour les gymnases de J.A. Monard	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	☒	☐	☐	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES.....	3	☒	☐	☐	<i>Cours 3</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Exercices 2</i>
.....		☐	☐	☐	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Ce semestre de physique générale est entièrement consacré à la physique microscopique. Pour la première des sections concernées, 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 base de toutes les spectroscopies usuelles. Pour les mathématiciens, il s'agit de comprendre comment des théories physiques peuvent nécessiter l'utilisation d'une algèbre non commutative en espace de Hilbert.

CONTENU

LES PHENOMENES 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 MECANIQUE QUANTIQUE ET LE FORMALISME MATHEMATIQUE 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 METHODE DES PERTURBATIONS et son application à la théorie de l'électron presque libre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral		FORME DU CONTRÔLE: Examen écrit au Propédeutique I préparé par deux ou trois auto-contrôles
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié du cours et recueil d'exercices . University Physics by Alvin Hudson and Rex Nelson, pour la première partie seulement.	
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	