ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1985-1986

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Ecublens 1015 Lausanne

Plan d'études

de la Section de Physique

valable seulement
pour l'année académique 1985/86

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification.	1			2			3			4			5			6			7			8			
Matière	**Enseignants**	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Analyse I, II	*Zwahlen*	*4*	*4*		*4*	*4*																				*200*
Analyse III, IV	Chatterji							3	2		3	2														125
Algèbre linéaire I, II	Boéchat	3	2		3	2																				125
Programmation I	Corsy	2		2																						60
Probabilité et statistique I, II	Marazzi							2	2		2	2														100
Analyse numérique I	Descloux							2	2																	60
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister							2	1		2	1														75
Mécanique générale I, II	Gruber	3	2		2	2																				115
Physique générale I	Ganière				4	2																				60
Atelier mécanique	Dimitropoulos			2																						70
Introduction aux microprocesseurs	Beuchat				1		3																			40
Chimie appliquée	Plattner/Javet/Lerch	3	1																							60
Physique générale II, III	Buttet							4	2		4	2														150
Mécanique analytique	Choquard										4	2														60
Cristallographie I	Schwarzenbach							2	2																	60
Electronique I, II	*De Coulon*							2		2	2		2													*100*
Physique TPD	Gremaud									4			4													100
Physique TPA	Dimitropoulos															8			8							200
Construction	Ziegenhagen/Rieben															4										60
Physique théorique I, II	Choquard													2	1		2	1								75
Physique théorique III, IV	Loeffel																			2	1		2	1		75
Physique quantique I, II	Wanders													2	1		2	2								100
Physique atomique	Quattropani																2	1								30
Physique du solide I, II	Mooser													2	1		2	1								75
Physique des plasmas I, II	Tran Minh Quang													2	1		2	1								75
Physique nucléaire I, II	Gailloud													2	1		2	1								75
Travaux pratiques IV	Selon option [2]																					8			12	240
Enseignement non technique:																										
Instrument de travail	Divers	(2)			(3)																					(50)
H/T/E	Divers [1]							2			2			2			2									100
Projet H/T/E	Divers																					2			2	50
Séminaire de physique	Conseillers d'études														1			1			1			1		50
Préparation projet d'ingénieur *	Divers																2									20
Projet d'ingénieur	*Divers/Jacquot*																					4				60
* Mesures des déformations	Jacquot																									
(obl. pour les étudiants																										
effectuant le projet d'ingénieur																										
en mesure des déformations)																										
Mathématiques (répétition)	Arbenz	(2)																								
Options: 4 cours																				8	4		8	4		
Président de la Commission d'enseignement:																										
Professeur: W. Benoît																										
Chef du département:																										
Professeur: A. Châtelain																										
[1] *Les cours HTE peuvent être choisis*																										
dans la liste suivante; sous réserve des																										
horaires de cours:																										
Droit I, II	Rusconi							2			2															50
Economie d'entreprise	Cuendet							2			2															50
Intr. aux sciences humaines	Goldschmid/Csillaghy+ Bassand							2			2															50
Cours H/T/E	Divers													2			2									50
[2] Physique expérimentale	Borel, Buttet,																									
	Châtelain A.,																									
	Cornaz, Monot																									
Physique du solide	Baldereschi, Fivaz																									
Physique théorique	Choquard, Gruber,																									
	Quattropani,																									
	Martin Ph.																									
Physique métallurgique	Benoît, Martin J.L.																									
Physique appliquée	*Mooser*																									
Energie solaire	Faist																									
Optoélectronique	Reinhart																									
Physique des réacteurs	Schneeberger, Ligou																									
Physique des plasmas	*Troyon*																									
		15	9	4	14	10	3	19	11	6	19	9	6	12	7	12	16	8	8	10	6	14	10	6	14	
Totaux	par semaine	28			27			36			34			31			32			30			30			
	par semestre	420			270			540			340			465			320			450			300			

c = cours e = exercices p = branches pratiques () = facultatif en italique = cours à option

SEMESTRE	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	1			2			3			4			5			6			7			8			
Matière	**Enseignants**	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Cours à option																										
Physique théorique																										
Chap. choisis de mécanique statistique	Ph. Martin+ Kunz																			2	1		2	1		75
Chap. choisis de physique théorique	Divers																			2	1		2	1		75
Physique quantique																										
Chap. choisis de mécanique quantique	Divers																			2	1		2	1		75
Physique du solide																										
Théorie électronique du solide I, II	Quattropani/Baldereschi																			2	1		2	1		75
Phonons I, II	Brüesch																			2	1		2	1		75
Polarisation de la matière I + II	Van der Klink/Andreoni + Monot																			2	1		2	1		75
Physique métallurgique I, II	Schaller																			2	1		2	1		75
Physique des plasmas																										
Physique des plasmas III, IV	Troyon																			2	1		2	1		75
Physique nucléaire																										
Modèles et réactions nucléaires	Joseph																			2			2			50
Particules élémentaires	Gailloud																			2			2			50
Complém. de TP de physique nucléaire	Gailloud																					4			4	100
Physique appliquée																										
Accélération des particules	Weill																			2						45
Détection des particules	Loude																			1						15
Physique des neutrons	Ligou																			2	1					45
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldy																						2	1		30
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I + II	J.L. Martin + Gotthardt																			2	1		2	1		75
Fusion contrôlée	Hofmann																			2	1					45
Techn. spéciale physique des plasmas	Heym																						2	1		30
Physique du laser	Schwendimann																			2	1					45
Physique des transducteurs solides	Schwendimann																						2	1		30
Conservation de l'énergie et héliotechnique I, II	Gay																			2	1		2	1		75
Chap. choisis d'optique	Reinhart																			2	1		2	1		75
Autres branches																										
Energétique du bâtiment I	Roulet C.																			2						30
Mathématiques (selon plan d'études du DMA)																										
Branches d'ingénieur (selon plans d'études des départements)																										
Autres cours de physique (selon plans d'études de la Faculté des sciences)																										

Explications :

Les 4 heures de TP de physique nucléaire comptent pour 2 heures de cours.

En outre, l'étudiant doit faire ratifier son choix d'options par son conseiller d'études.

Selon l'orientation des TP IV, certains cours à option peuvent être imposés.

Conseillers d'études :

1re année: Professeur A. Quattropani

2e année: Professeur J. Ligou

3e année: Professeur R. Fivaz

4e année: Professeur J.P. Schneeberger

Coordinateur HTE :

Professeur A. Faist

IV

RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES DU DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE (SECTION DE PHYSIQUE)

Sessions d'examens Eté 1986 Automne 1986

Le Conseil des écoles,

vu l'article 33 de l'ordonnance du contrôle des études du 2.7.1980[1]

arrête

Article premier

Le règlement suivant est applicable à la Section de Physique.

Article 2 — Examen propédeutique I

Branches théoriques	*coefficient*
1. Analyse I et II (oral)	1
2. Analyse I et II (écrit)	1
3. Algèbre linéaire I et II (oral)	1
4. Physique générale I (oral)	1
5. Mécanique générale I et II (écrit)	1
6. Chimie appliquée (écrit)	1
Branches pratiques	
7. Introduction aux microprocesseurs, Laboratoire (été)	1
8. Programmation, Laboratoire (hiver)	1

La note PI s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches théoriques et pratiques 1 à 8.

La note PI(th) s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches théoriques 1 à 6.

Chacune de ces deux moyennes doit être ≥ 6,0.

Article 3 — Examen propédeutique II

Branches théoriques	*coefficient*
1. Analyse III et IV (écrit)	2
2. Méthodes mathématiques de la physique I et II (oral)	1
3. Physique générale II et III (oral)	1
4. Physique générale II et III (écrit)	1
5. Mécanique analytique (oral)	1
6. Mécanique analytique (écrit)	1
7. Cristallographie (oral)	1
8. Probabilité et statistique I et II (écrit)	1
Branches pratiques	
9. Physique, Laboratoire (hiver)	1
10. Physique, Laboratoire (été)	1
11. Analyse numérique, Projets (hiver)	1
12. Electronique, Laboratoire (hiver + été)	1
13. HTE (Homme-technique-environnement) (hiver + été)	1

La note PII s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches théoriques et pratiques 1 à 13.

La note PII(th) s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches théoriques 1 à 8.

Chacune de ces deux moyennes doit être ≥ 6,0.

Article 4 — Promotion en 4e année

Branches théoriques	*coefficient*
1. Physique quantique I, II	2
2. Physique théorique I, II	2
3. Physique du solide I, II	2
4. Physique des plasmas I, II	2
5. Physique nucléaire I, II	2
6. Physique atomique	1
Branches pratiques	
7. Physique, Laboratoire (hiver)	1
8. Physique, Laboratoire (été)	1
9. Physique nucléaire, Laboratoire (hiver)	1
10. Constructions, Projets (hiver)	1

Les branches théoriques sont examinées lors de la session qui suit le 6e semestre.

La note Pr3 (th) s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches théoriques 1 à 6.

La note Pr3 (pr) s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées aux branches pratiques 7 à 10.

Chacune de ces deux moyennes doit être ≥ 6,0.

[1] RS 414.132.2

Pour les autres dispositions, veuillez consulter le règlement général du contrôle des études.

Article 5 — Admission à l'examen final

Branches pratiques	*coefficient*
1. Projet d'ingénieur (hiver)	1
2. Travaux pratiques, laboratoire (hiver)	1
3. Travaux pratiques, laboratoire (été)	1
4. Projet HTE, (hiver + été)	1

Les travaux pratiques des branches 2 et 3 peuvent être effectués selon l'orientation de diplôme dans tout institut ou laboratoire moyennant l'accord du Département de physique.

L'admission à l'examen final implique l'obtention d'une moyenne ≥ 6,0.

Article 6 — Examen final (EF)*

Epreuves théoriques (ET)

1. Les ET sont orales.
2. Elles comportent dix examens munis du coefficient 1.
3. Un examen porte sur un cours d'une année choisi dans une branche. Le couplage de deux semestres pris dans deux cours différents d'une même branche est soumis à l'autorisation du DP.
4. Chaque branche comporte un catalogue de cours de second cycle, établi chaque année par le Département de physique. Ces catalogues se composent de cours obligatoires et/ou de cours à option organisés par le Département de physique ou par d'autres départements.
5. Les branches d'examen sont:
   1) Physique théorique
   2) Physique quantique
   3) Physique du solide
   4) Physique des plasmas
   5) Physique nucléaire
   6) Physique appliquée
   7) Option.
6. Les branches 1 à 6 font l'objet d'un examen obligatoire.
7. Au choix et selon les catalogues établis par le Département de physique, trois des branches 1 à 6 font l'objet d'un second examen.
8. L'examen «option» peut être choisi dans les branches 1 à 6 (pour autant que les catalogues correspondants le permettent) ou dans toute branche extra-départementale agréée par le Département de physique et comportant au moins deux semestres par branche.
9. Les examens obligatoires des branches 1, 2, 3, 4 et 5 peuvent être passés en session avancée.
10. L'admission au travail pratique implique l'obtention d'une moyenne ≥ 6.

Article 7 — Travail pratique de diplôme (TPD)

1. Le Département de physique détermine les orientations de diplôme.
2. Une seule note est attribuée à TPD. La réussite du TPD implique l'obtention d'une note ≥ 6.
3. La note de l'examen final égale la moyenne des notes «ET + TPD».
4. La durée de TPD est de 2 mois.

Article 8 — Abrogation du droit en vigueur

Le règlement spécial des épreuves de diplôme de la Section de physique du 16 juillet 1970 est abrogé.

Article 9 — Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 27 mars 1985.

Au nom du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales:

Le président: M. Cosandey Le secrétaire: J. Fulda

* L'examen final pour 1986/87 paraîtra dans le plan d'études 1986/87. Le conseiller d'études renseignera les étudiants concernés.

Ordonnance du contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

(EPFL)[1]

du 2 juillet 1980

Approuvé par le Conseil fédéral le 17 septembre 1980

Le Conseil des écoles polytechniques fédérales,
vu l'article 7, 1er alinéa, lettre e de l'ordonnance du 16 novembre 1983[2] sur le CEPF; vu l'article 28 de l'ordonnance du 16 novembre 1983[3] sur les EPF,*)
arrête:

Section 1: Généralités

Article premier Définitions

Au sens de la présente ordonnance, on entend par

a.	Cycle d'études:	une subdivision des études, d'une durée de deux ans;
b.	Branche:	une matière figurant dans les plans d'études;
c.	Branche théorique:	une matière enseignée pouvant faire l'objet d'une épreuve;
d.	Branches pratiques:	les branches suivantes: laboratoire, dessin, projet, atelier, exercices sur le terrain (campagnes) ou branches apparentées, qui ne peuvent faire l'objet d'une épreuve;
e.*	Branches de promotion:	les branches théoriques et pratiques servant à la promotion au cours du deuxième cycle d'études;
f.*	Epreuve:	une interrogation sur une branche théorique ou un groupe de branches théoriques; elle peut être écrite ou orale;
g.*	Examen:	un ensemble d'épreuves formant un tout qui s'étendent sur une ou plusieurs sessions;
h.*	Session:	la période pendant laquelle se déroulent les épreuves;
i.*	Répétition:	le fait de se représenter à une épreuve donnée lors d'une autre session du même examen ou de suivre à nouveau l'enseignement des branches pratiques;
k.*	Tentative:	le fait de se présenter à un examen.

Art. 2 But

[1] La présente ordonnance vise à permettre le contrôle des connaissances des étudiants pendant leur formation et à la fin de leurs études.

[2] Elle est complétée par des règlements d'application propres à chaque département et établis compte tenu de son plan d'études particulier.

Art. 3. Formes de contrôle

Le contrôle revêt les trois formes suivantes:*)

a. Le contrôle continu qui porte sur les branches théoriques et pratiques;
b. Les examens de diplôme à savoir:
   1. pendant le premier cycle d'études, le premier examen propédeutique (PI) et le deuxième examen propédeutique (PII);
   2. après le deuxième cycle d'études, l'examen final assorti d'un travail pratique de diplôme.
c. Les examens de promotion.*)

Art. 4. Promotion annuelle

[1] Pendant le premier cycle, la promotion annuelle est liée à l'obtention d'une note moyenne suffisante à l'examen propédeutique; l'étudiant autorisé par le président de l'Ecole, pour cause de maladie, d'accident, de service militaire, ou pour d'autres motifs importants, à se présenter à la session de printemps est admis conditionnellement à suivre l'enseignement du semestre d'études supérieur.[4]

[2] Pendant le deuxième cycle, l'étudiant doit obtenir aux examens de promotion une note moyenne au moins égale à 6 pour pouvoir être promu en quatrième année ou admis à passer l'examen final.*)

Art. 5 Notes

[1] L'échelle des notes va de 0 (note la plus basse) à 10 (note la meilleure). Les demi-points sont admis.

[2] La moyenne minimum exigée est 6. Les règlements d'application peuvent en outre prescrire que l'étudiant obtienne cette moyenne dans un ensemble de branches déterminé.

RO 1980 1632

[1] RS 414.132.2; nouvelle teneur du titre selon le ch. I de l'O du CEPF du 25.1.84, en vigueur depuis le 1.3.84 (RO 1984 295)
[2] RS 414.110.3
[3] RS 414.131
[4] Nouvelle teneur de la dernière partie de la phrase selon le ch. I de l'O du CEPF du 25.1.84, en vigueur depuis le 1.3.84 (RO 1984 295)

[3] Les règlements d'application peuvent prévoir que certaines branches ou certains groupes de branches seront affectés de coefficients.
[4] Le mode de calcul des moyennes est fixé par les règlements d'application.

Art. 6 Tentative
[1] Tout examen de diplôme ou de promotion peut faire l'objet de deux tentatives.*)
[2] Chaque année ne peut être recommencée qu'une fois.

Art. 7 Experts
[1] Un expert assiste l'examinateur à chaque épreuve orale des examens de diplôme ou de promotion.*)
[2] Aux examens propédeutiques et de promotion, l'expert, choisi parmi les membres de l'Ecole, joue un rôle d'observation et de conciliation; il veille au bon déroulement de l'épreuve.*)
[3] A l'examen final et pour le travail pratique de diplôme, l'expert non membre de l'Ecole participe en outre à l'interrogation et à la notation du candidat.

Art. 8. Organisation
Sur le plan matériel, l'organisation des examens incombe au Secrétariat général de l'Ecole qui, notamment, fixe les dates des sessions et les modalités d'inscription.

Art. 9. Retrait
[1] Le candidat peut retirer son inscription à une ou plusieurs épreuves au plus tard deux semaines avant la session.
[2] Passé ce délai, le retrait n'est admissible que pour des motifs importants et doit porter sur l'ensemble des épreuves auxquelles le candidat s'est inscrit pour la session considérée.

Art. 10 Empêchement
[1] Lorsque pour des motifs importants le candidat est dans l'impossibilité de commencer un examen ou d'en subir toutes les épreuves, il doit en aviser le Secrétaire général dans les plus brefs délais et lui présenter les attestations nécessaires.
[2] Les résultats des épreuves qu'il a déjà passées lui sont acquis.
[3] Un échec à un examen ne peut pas être annulé par une attestation présentée après coup.

Art. 11 Absence
Le candidat qui, sans excuse valable, ne se présente pas à une épreuve reçoit la note zéro.

Section 2: Contrôle continu

Art. 12 Branches théoriques
[1] Dans les branches théoriques, le contrôle continu (exercices combinés à des cours théoriques, travaux écrits, séminaires) qui a lieu par écrit ou oralement durant les semestres, est considéré comme un moyen permettant à l'étudiant de vérifier lui-même le niveau de ses connaissances et à l'enseignant de déterminer si les étudiants ont assimilé son enseignement.
[2] Il ne sert pas à établir si les étudiants remplissent les conditions pour être promus en année supérieure.

Art. 13 Branches pratiques
[1] Les branches pratiques sont définies dans les règlements d'application.
[2] Les notes obtenues dans ces branches expriment la valeur du travail fourni durant le semestre et entrent dans le calcul de la note moyenne des examens propédeutiques et de celle des examens de promotion.*)
[3] Les résultats obtenus durant l'année dans les branches pratiques sont affichés par les soins du département auquel est rattaché l'étudiant, de manière à permettre à celui-ci de retirer, dans les délais requis, son inscription à un examen.

Section 3: Examens propédeutiques

Art. 14 Définition
Les examens propédeutiques consistent en des épreuves écrites ou orales portant sur les branches théoriques. Ils visent à déterminer si l'étudiant a assimilé l'enseignement qui lui a été dispensé.

Art. 15 Conditions d'admission
L'étudiant qui, dans une branche pratique, a obtenu la note zéro n'est pas admis à se présenter aux examens propédeutiques.

Art. 16 Epreuves
[1] Les branches théoriques qui font l'objet d'une épreuve et dont le nombre est limité à huit sont fixées par les règlements d'application. Si une même branche fait l'objet d'une épreuve écrite et orale, cette épreuve compte pour deux.
[2] Les règlements d'application déterminent les branches pratiques dans lesquelles les notes obtenues entrent dans le calcul de la note moyenne aux examens propédeutiques.

Art. 17 Branches

[1] Les règlements d'application peuvent prévoir que des branches apparentées feront l'objet d'une seule épreuve.

[2] Les branches dont l'enseignement débute au premier cycle et se termine au deuxième cycle, font partie du deuxième cycle.

[3] Les épreuves portent sur l'enseignement dispensé durant l'année qui précède la session d'examens.

Art. 18[1] Sessions d'examen

[1] Deux sessions ordinaires sont prévues pour chaque examen propédeutique; elles font suite à l'année d'études et se succèdent dans l'ordre suivant: session d'été (E) et session d'automne (A).

[2] L'étudiant choisit la session à laquelle il veut se présenter à une épreuve donnée; toutefois, il doit avoir passé l'ensemble des épreuves au plus tard à la session A, le 3e alinéa étant réservé.

[3] Une session extraordinaire est organisée au printemps (P) pour les étudiants empêchés de se présenter à la session A, pour les motifs mentionnés à l'article 4, 1er alinéa. La tentative du candidat qui, pour des motifs importants, ne peut pas se présenter à la session P est annulée; dans ce cas, il n'est pas autorisé à poursuivre le cours normal de ses études.

Art 19[1] Abandon

[1] L'étudiant qui, en cours d'examen, décide de recommencer l'année qu'il vient d'effectuer, a le droit de poursuivre les épreuves jusqu'à la session A.

[2] Le fait de renoncer à terminer un examen à la session A équivaut à un échec.

Art. 20 Communication des résultats

Le président de l'Ecole communique les résultats définitifs aux candidats au moyen d'un bulletin (bulletin propédeutique).

Art. 21 Répétition

[1] L'étudiant est autorisé à répéter une fois chaque épreuve dans le cadre d'une tentative et ce, indépendamment du résultat obtenu la première fois; seule la deuxième note est alors prise en considération pour le calcul de la moyenne.

[2] Lors d'un changement de plan d'études, le président de l'Ecole fixe, dans chaque cas, les modalités applicables à la répétition des branches pratiques par l'étudiant qui:

a. A échoué;
b. A abandonné ou;
c. Désire recommencer tout ou partie des branches pratiques quand bien même il a obtenu une moyenne suffisante.

Art. 22. Echec

[1] A échoué:

a. l'étudiant qui n'a pas obtenu une moyenne égale à 6 à l'examen propédeutique;
b. l'étudiant qui a obtenu dans les branches théoriques deux notes ou plus inférieures à 4, bien que la ou les moyennes exigées dans les règlements d'applications soient suffisantes.[1]

[2] Cependant, si la moyenne des notes obtenues dans les branches pratiques est au moins égale à 6, l'étudiant est dispensé de les refaire.

[3] L'étudiant qui a échoué à la première tentative peut

a. Soit recommencer tout ou partie de l'année et se représenter à la série de sessions suivante,
b. Soit demander sa mise en congé jusqu'à la seconde tentative.

Section 3a*[1]: Examens de promotion

Art. 22a Définition

Les examens de promotion consistent en des épreuves écrites ou orales portant sur les branches de promotion. Ils visent à déterminer si l'étudiant a assimilé l'enseignement qui lui a été dispensé.

Art. 22b Branches de promotion

[1] Les règlements d'application déterminent les branches théoriques de promotion qui font l'objet d'une épreuve ainsi que les branches pratiques de promotion dont les notes entrent dans le calcul de la note moyenne des examens de promotion.

[2] Les règlements d'application prévoient les ensembles de branches de promotion déterminés ayant une moyenne séparée. S'il n'y a qu'un seul ensemble de branches de promotion, celui-ci doit compter au moins trois branches s'il ne s'agit que de branches pratiques et quatre branches s'il s'agit de branches théoriques ou d'un mélange de branches théoriques et pratiques.

Art. 22c Sessions d'examen

[1] Le président de l'Ecole fixe deux sessions d'examen par année, à la fin de chaque semestre.

[2] Les épreuves des branches de promotion dont l'enseignement porte sur un semestre sont placées dans la session qui suit.

[3] Les épreuves des branches de promotion dont l'enseignement porte sur deux semestres ou plus sont placées dans la session qui suit la fin de l'enseignement, ou à la fin de chaque semestre, selon les modalités des règlements d'application.

[1] Nouvelle teneur selon le ch. 1 de l'O du CEPF du 25.1.84, en vigueur depuis le 1.3.84 (RO 1984 295)

Art. 22d Abandon

Le fait de renoncer à terminer un examen de promotion équivaut à un échec.

Art. 22e Communication des résultats

Le président de l'Ecole communique les résultats définitifs aux candidats au moyen d'un bulletin (bulletin de promotion).

Art. 22f Répétition

[1] L'étudiant n'est pas autorisé à répéter une épreuve dans le cadre d'une tentative.

[2] Lors d'un changement de plan d'études, le président de l'Ecole fixe, dans chaque cas, les modalités applicables à la répétition des branches de promotion par l'étudiant qui:

a. A échoué;

b. A abandonné;

c. Désire recommencer tout ou partie des branches de promotion quand bien même il a obtenu une moyenne suffisante.

Art. 22g Echec

[1] A échoué:

a. L'étudiant qui n'a pas obtenu une moyenne égale à 6 à l'examen de promotion;

b. L'étudiant qui a obtenu la note zéro dans une branche pratique.

[2] Si une seule moyenne est prévue par les règlements d'application, l'étudiant qui a échoué est tenu de repasser l'examen dans les branches théoriques et de suivre à nouveau l'enseignement des branches pratiques.

[3] Si plusieurs moyennes sont prévues par les règlements d'application, l'étudiant qui a échoué est tenu de repasser les épreuves des branches dont la moyenne était insuffisante ou de suivre à nouveau l'enseignement de celles-ci, les branches dont la moyenne est suffisante lui étant acquises.

Section 4: Examen final et travail pratique de diplôme

Art. 23 Définition

L'examen final se compose d'épreuves orales portant sur des branches théoriques; il vise à déterminer si l'étudiant a assimilé les connaissances dans les branches spécifiques de la profession. Il est assorti d'un travail pratique de diplôme permettant d'apprécier les aptitudes professionnelles du candidat.

Art. 24 Conditions d'admission

[1] Pour être admis à passer l'examen final, l'étudiant doit remplir les conditions suivantes:

a. Avoir réussi les examens propédeutiques I et II;

b. Avoir obtenu des résultats suffisants aux examens de promotion durant la quatrième année.*)

[2] L'étudiant est admis à entreprendre le travail pratique de diplôme s'il a obtenu une note moyenne au moins égale à 6 à l'examen final.

Art. 25 Epreuves

[1] Les règlements d'application déterminent les branches sur lesquelles portent les épreuves dont le nombre est limité à dix.

[2] Ils peuvent prévoir que des branches apparentées feront l'objet d'une seule épreuve.

[3] Les épreuves portent sur l'enseignement dispensé durant l'année ou les deux années qui précèdent la session d'examens.

Art. 26 Travail pratique de diplôme

[1] Le travail pratique de diplôme est organisé sous la responsabilité de l'Ecole, dans un délai fixé par les règlements d'application. Son contenu est déterminé par le professeur sous la direction duquel le candidat désire travailler, dans les limites des orientations fixées par le département.

[2] A la demande du candidat, le département concerné peut charger de cette tâche un professeur d'un autre département.

Art. 27*) Sessions de l'examen final

La session de l'examen final a lieu à la fin de la quatrième année, en automne.

Art. 28 Répétition

L'étudiant n'est pas autorisé à répéter une épreuve dans le cadre d'une tentative.

Art. 29 Echec

[1] A échoué l'étudiant qui n'a pas obtenu une moyenne au moins égale à 6 à l'examen final ou au travail pratique de diplôme.

[2] En cas d'échec à l'examen final, l'étudiant doit repasser l'ensemble des épreuves.

[3] En cas d'échec au travail pratique de diplôme, celui-ci doit être refait dans le délai d'une année, les résultats de l'examen final étant acquis.

Section 5: Diplôme

Art. 30 Bulletin final

[1] Le président de l'Ecole adresse aux intéressés un bulletin dans lequel il leur communique les résultats définitifs de l'examen final et du travail pratique de diplôme.

[2] Le bulletin final des examens de diplôme porte les indications suivantes:

a. Note moyenne obtenue au premier examen propédeutique (P I);
b. Note moyenne obtenue au deuxième examen propédeutique (P II);
c. Résultats et moyenne de l'examen final;
d. Résultat du travail pratique de diplôme;
e. Moyenne générale du diplôme.

Art. 31 Diplôme

Le diplôme porte le sceau de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne ainsi que la signature du président de l'ecole et celle du chef de département.

Art. 32 Titre

[1] L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants:

En génie civil:	Ingénieur civil (ing. civ. dipl. EPFL)
En génie rural et géomètre:	Ingénieur du génie rural et géomètre (ing. gén. rur. et géom. dipl. EPFL)
En mécanique:	Ingénieur mécanicien (ing. méc. dipl. EPFL)
En microtechnique:	Ingénieur en microtechnique (ing. microtech. dipl. EPFL)
En électricité:	Ingénieur électricien (ing. él. dipl. EPFL)
En physique:	Ingénieur physicien (ing. phys. dipl. EPFL)
En chimie:	Ingénieur chimiste (ing. chim. dipl. EPFL)
En mathématiques:	Ingénieur mathématicien (ing. math. dipl. EPFL) Mathématicien (math. dipl. EPFL)
En science des matériaux:	Ingénieur en science des matériaux (ing. sc. mat. dipl. EPFL)
En architecture:	Architecte (arch. dipl. EPFL)
En informatique:	Ingénieur informaticien (ing. info. dipl. EPFL).[1]

[2] Les porteurs d'un diplôme dont le titre comprend le terme «ingénieur» sont autorisés à utiliser le titre abrégé «ing. dipl. EPFL».

Section 6: Dispositions finales

Art. 33 Exécution

Le Conseil des écoles polytechniques fédérales édicte les règlements d'application.

Art. 34 Abrogation du droit en vigueur

Toutes les dispositions contraires à la présente ordonnance sont abrogées.

Art. 35 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 22 septembre 1980.

[1] Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du Conseil des EPF du 25 mars 1981, approuvée par le CF le 20 mai 1981 et en vigueur depuis le 1er oct. 1981 (RO 1981 548).

[a] Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du Conseil des EPF du 21 novembre 1984 et en vigueur depuis le 1er août 1985.
La présente modification s'applique pour la première fois aux étudiants inscrits en troisième année au semestre d'hiver 85/86.
Les étudiants qui ont terminé leur troisième année d'études avant le semestre d'hiver 1985/86 terminent le deuxième cycle d'études selon l'ancien droit; cette disposition n'est applicable que jusqu'à la session d'automne 1989.
La présente modification entre en vigueur le 1er août 1985.

TABLE DES MATIÈRES

Titre du cours	Enseignant(s)	Semestre(s)	Page(s)
COURS OBLIGATOIRES			
Analyse I, II	Zwahlen	1er, 2e	1/2
Analyse III, IV	Chatterji	3e, 4e	3/4
Algèbre linéaire I, II	Boéchat	1er, 2e	5/6
Programmation I	Coray	1er	7
Probabilité et statistique I, II	Marazzi Marazzi	3e 4e	8 9
Analyse numérique I	Descloux	3e	10
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister	3e, 4e	11/12
Mécanique générale I, II	Gruber	1er, 2e	13/14
Physique générale I	Ganière	2e	15
Atelier de mécanique	Benoit	1er	16
Introduction aux microprocesseurs	Beuchat	2e	17
Chimie appliquée	Plattner, Javet, Lerch	1er	18
Physique II, III	Buttet	3e, 4e	19/20
Mécanique analytique	Choquard	4e	21
Cristallographie I	Schwarzenbach	3e	22
Electronique I, II	De Coulon	3e, 4e	23/24
Travaux pratiques de physique	Benoit Gremaud Kocian Riesen	3e, 4e	25/26
	Benoit Dimitropoulos	5e, 6e	27/28
Construction	Ziegenhagen, Rieben	5e	29
Physique théorique I, II	Choquard	5e, 6e	30/31
Physique théorique III, IV	Loeffel	7e, 8e	32/33
Physique quantique I, II	Wanders Wanders	5e 6e	34 35
Physique atomique	Quattropani	6e	36
Physique du solide I, II	Mooser	5e, 6e	37/38
Physique des plasmas I, II	Tran	5e, 6e	39/40
Physique nucléaire I, II	Gailloud	5e, 6e	41/42

Titre du cours	Enseignant(s)	Semestre(s)	Page(s)
HTE : Droit I, II	Rusconi	3e, 4e	43/44
HTE : Economie d'entreprise I, II	Cuendet	3e, 4e	45/46
HTE : Introd. aux sciences humaines : La sociologie	Bassand	3e	47
HTE : Introd. à la psychologie	Goldschmid	3e	48
HTE : Introd. aux sciences humaines : Economie	Csillaghy	4e	49
HTE : Séminaires	De Ribaupierre	5e, 6e	50
Mesures des déformations	Jacquot	6e	51
COURS DE SPÉCIALITÉ			
PHYSIQUE THEORIQUE			
Chap. ch. mécanique statistique	Ph. Martin	7e	52
	Kunz	8e	53
Chap. ch. physique théorique	Erdös	7e	54
	Erdös	8e	55
Relativité et cosmologie I, II	Rivier	7e, 8e	56/57
PHYSIQUE QUANTIQUE			
Physique quantique III, IV	Rivier	7e, 8e	58/59
Théorie quantique des collisions	Loeffel	7e	60
Chap. ch. physique théorique	Loeffel	8e	61
PHYSIQUE DU SOLIDE			
Théorie électronique du solide I, II	Quattropani/ Baldereschi	7e, 8e	62/63
Phonons : Théorie et expériences I, II	Brüesch	7e, 8e	64/65
Propriétés magnétiques de la matière I, II	Van der Klink/ Andreoni/Monot	7e, 8e	66
Physique métallurgique I, II	Schaller	7e, 8e	67/68
PHYSIQUE DES PLASMAS			
Physique des plasmas III, IV	Troyon	7e, 8e	69/70

Titre du cours	Enseignant(s)	Semestre(s)	Page(s)
PHYSIQUE NUCLEAIRE			
Modèles et réactions nucléaires	Joseph	7e, 8e	71/72
Particules élémentaires	Gailloud	7e, 8e	73/74
Accélération des particules	Weill	7e	75
Détection des particules	Loude	7e	76
PHYSIQUE APPLIQUEE			
Physique des neutrons	Ligou	7e	77
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldi	8e	78
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I	J.L. Martin	7e	79
Physique de la microanalyse et microscopie électronique II	Gotthardt	8e	80
Fusion contrôlée	Hofmann	7e	81
Techn. spéc. physique des plasmas	Heym	8e	82
Physique du laser	Schwendimann	7e	83
Physique des transducteurs solides	Schwendimann	8e	84
Conservation de l'énergie et héliotechnique I, II	Gay	7e, 8e	85/86
Chapitres choisis d'optique I, II	Reinhart	7e, 8e	87/88
AUTRES BRANCHES			
Energétique du bâtiment I	Roulet	7e	89
Mathématiques			
Méthodes mathématiques de la physique	Matzinger	7e, 8e	90/91
Analyse numérique	Descloux	7e, 8e	92/93
Equations différentielles	Stuart	7e, 8e	94/95
Probabilités	Cairoli	7e, 8e	96/97
Branches d'ingénieur			
Traitement numérique des signaux et images I, II	Kunt	7e, 8e	98/99
Systèmes logiques	Mange	7e	100
Systèmes microprogrammés	Mange	8e	101
Microélectronique I, II	Ilegems	7e, 8e	102/103
Electronique III	Dessoulavy	7e	104

Titre du cours	Enseignant(s)	Semestre(s)	Page(s)
Transformations de phase I	Kurz	7e	105
Transformations de phase II	Kurz	7e	106
Héliotechnique	Gianola	7e	107
Energétique du bâtiment	Gianola	8e	108
Autres cours de physique			
Cristallographie II, Chimie spéciale	Schwarzenbach	8e	109
Astronomie et astrophysique III	Hauck	7e	110
Astronomie et astrophysique IV	Hauck	8e	111
Physique des métaux	Steinemann	7e, 8e	112

****

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

Nom de l'enseignant	Pages
Andreoni	66
Baldereschi	62/63
Bassand	47
Benoit	16/25/26/27/28
Beuchat	17
Boëchat	5/6
Brüesch	64/65
Buttet	19/20
Cairoli	96/97
Chatterji	3/4
Choquard	21/30/31
Coray	7
Csillaghy	49
Cuendet	45/46
De Coulon	23/24
De Ribaupierre	50
Descloux	10/92/93
Dessoulavy	104
Dimitropoulos	27/28
Erdös	54/55
Gailloud	41/42/73/74
Ganière	15
Gay	85/86
Gianola	107/108
Goldschmid	48
Gotthardt	80
Gremaud	25/26
Gruber	13/14
Haldi	78
Hauck	110/111
Heym	82
Hofmann	81
Ilegems	102/103
Jacquot	51
Javet	18
Joseph	71/72

Kocian	25/26
Kunt	98/99
Kunz	53
Kurz	105/106
Lerch	18
Ligou	77
Loeffel	32/33/60/61
Loude	76
Mange	100/101
Marazzi	8/9
Martin J.L.	79
Martin Ph.	52
Matzinger	90/91
Monot	66
Mooser	37/38
Pfister	11/12
Plattner	18
Quattropani	36/62/63
Reinhart	87/88
Rieben	29
Riesen	25/26
Rivier	56/57/58/59
Roulet	89
Rusconi	43/44
Schaller	67/68
Schwarzenbach	22/109
Schwendimann	83/84
Steinemann	112
Stuart	94/95
Tran	39/40
Troyon	69/70
Van der Klink	66
Wanders	34/35
Weill	75
Ziegenhagen	29
Zwahlen	1/2

****

Titre : ANALYSE I						
Enseignant : B. ZWAHLEN, professeur EPFL						
Heures total : 120	*Par semaine : cours* 4	*Exercices* 4	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	1	X			X	
Physique	1	X			X	
Faculté	1	X			X	
HEC	1	X			X	

OBJECTIFS

CONTENU

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable:

- Notions fondamentales.
- Fonctions.
- Continuité.
- Dérivations.
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima.
- Fonctions spéciales.
- Intégrales indéfinies et définies.
- Intégrales généralisées.
- Développements limités, séries.

Eléments d'équations différentielles ordinaires:
- Equations différentielles de premier ordre.
- Equations différentielles linéaires de deuxième ordre à coefficients constants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, exercices en salle.

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral I: fonctions réelles d'une variable réelle, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ANALYSE II						
Enseignant : B. ZWAHLEN, professeur EPFL						
Heures total : 80	*Par semaine : cours* 4	*Exercices* 4	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	2	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physique	2	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté	2	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
HEC	2	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]

OBJECTIFS

CONTENU

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, exercices en salle.

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral II, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I, Algèbre linéaire I.

Préparation pour :

Titre : ANALYSE III						
Enseignant : S. D. CHATTERJI, professeur EPFL						
Heures total : 75	*Par semaine* : *cours* 3 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiciens	3e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physiciens	3e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

INTENTIONS DE L'ENSEIGNANT : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaires qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.
OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

CONTENU

- Eléments d'analyse vectorielle : théorèmes de Gauss et Stokes.
- Eléments d'analyse complexe : théorème de Cauchy et ses applications.
- Introduction aux équations différentielles ordinaires.

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

DOCUMENTATION : V. Smirnov "Cours de mathématiques supérieures" t. 2 et 3 (Mir)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et II
Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV						
Enseignant : S. D. CHATTERJI, professeur EPFL						
Heures total : 50	*Par semaine : cours* 3 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiciens	4e	X			X	
Physiciens	4e	X			X	

OBJECTIFS

INTENTIONS DE L'ENSEIGNANT : présenter succinctement certains chapitres d'analyse élémentaires qui sont indispensables pour la physique et les mathématiques appliquées.
OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT : se familiariser avec certains outils importants d'analyse classique.

CONTENU

- Analyse hilbertienne : séries de Fourier, transformées de Fourier.
- Introduction aux équations aux dérivées partielles.

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

DOCUMENTATION : V. Smirnov "Cours de mathématiques supérieures" t. 2 et 3 (Mir)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et II
Préparation pour :

Titre : ALGEBRE LINEAIRE I						
Enseignant : Jacques BOECHAT, professeur UNIL						
Heures total : 75	*Par semaine : cours* 3 *Exercices* 2 *Pratiques* /					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiciens...	1er..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physiciens.....	1er..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté.....	1er..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Groupes, anneaux, corps: Permutations, polynômes, matrices, nombres complexes.
- Déterminants: Equivalence et similitude des matrices, polynôme caractéristique, polynôme minimal, théorème de Cayley-Hamilton.
- Espaces vectoriels: Bases, dimension, applications linéaires, sous-espaces, relations entre applications linéaires et matrices, sommes directes, dualité.
- Structure des applications linéaires: Valeurs propres, vecteurs propres, critères de diagonalisation et de triangularisation, sous-espaces invariants, semisimplicité, réduites de Jordan.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : /
Préparation pour : Algèbre linéaire II

Titre : ALGEBRE LINEAIRE II						
Enseignant : Jacques BOECHAT, professeur UNIL						
Heures total : 50	*Par semaine* : *cours* 3 *Exercices* 2 *Pratiques* /					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiciens...	2e...	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physiciens.....	2e...	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté.....	2e...	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'algèbre linéaire I .

CONTENU

- Formes bilinéaires et sesquilinéaires: Formes quadratiques, formes hermitiennes, orthogonalisation, théorème de Sylvester, formes définies positives.

- Espaces unitaires: Inégalité de Cauchy-Schwarz, orthonormalisation de Gram-Schmidt; matrices hermitiennes, othogonales, normales, unitaires, valeurs singulières, décomposition polaire; exponentielle d'une matrice; inverses généralisés.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Algèbre linéaire I
Préparation pour :

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : Prof. Giovanni CORAY, DMA						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *Pratiques* 2					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Informatique	1er	X			X	X
Mathématiciens	1er	X			X	
Physiciens	1er	X				X

OBJECTIFS

Savoir utiliser un système informatique et acquérir les notions de base en programmation.

Connaître quelques algorithmes élémentaires en traitement de l'information.

CONTENU

Utilisation d'un système informatique : matériel, éditeur, compilateur. Notion de fichier de données et de programme.

- Forme générale des programmes (Pascal). Entrées et sorties. Modules en bibliothèque.
- Instructions simples et structurées. Intervalles. Itération.
- Procédures et fonctions. Variables locales, portée des déclarations. Paramètres-valeur et variable. Tableaux.
- Présentation et décomposition de programmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et par groupes

DOCUMENTATION : Cours polycopié et informations sur ordinateur

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : ---
Préparation pour : Programmation II

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE I						
Enseignant : Alfio MARAZZI, chargé de cours						
Heures total : 60	*Par semaine* : *cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Math. UNIL	3e	☒	☐	☐	☒	☐
HEC	3e	X			X	

OBJECTIFS

Initier les étudiants aux méthodes de base du calcul des probabilités et aux modèles statistiques courants. Au terme du cours ils devraient être capables d'utiliser certaines techniques probabilistes et les modèles statistiques courants.

CONTENU

1. INTRODUCTION. Modèles probabilistes : généralités et exemples - Différentes façons de concevoir la probabilité - Eléments d'analyse combinatoire.
2. ESPACES DE PROBABILITE. Evénements et ensemble fondamental - Axiomes du calcul des probabilités - Equiprobabilité - Probabilités conditionnelles - Indépendance.
3. VARIABLES ALEATOIRES MONODIMENSIONNELLES. Notion de VA et de fonction de distribution - VA discrètes - VA continues - VA mixtes - Fonctions de VA.
4. VARIABLES ALEATOIRES A DEUX OU PLUSIEURS DIMENSIONS. Notions générales - Indépendance - Fonctions de VA - Produit, rapport et somme de VA indépendantes - VA à n-dimensions.
5. CARACTERISATIONS ULTERIEURES DE VARIABLES ALEATOIRES. Espérance mathématique - Moments et Variance - Inégalité de Tchébycheff - Covariance et Corrélation - Fonction génératrice des moments.
6. LOIS DISCRETES USUELLES. Lois binomiale, hypergéométrique, de Poisson, géométrique, de Pascal, binomiale négative, multinomiale.
7. LOIS CONTINUES USUELLES. Lois de Gauss, Chi-carré, F, t, normale multivariée - Propriétés.
8. THEOREMES LIMITES. Lois des grands nombres - Théorème central limite.
9. STATISTIQUE DESCRIPTIVE. Histogrammes - Moments empiriques.
10. ECHANTILLONNAGE. Genéralités - Distributions d'échantillonnage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra et exercices en classe

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Statistique appliquée, statistique mathématique, probabilité, probabilité appliquée, processus stochastiques.

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE II						
Enseignant : Alfio MARAZZI, chargé de cours						
Heures total : 40	*Par semaine* : *cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	4e	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	4e	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique	4e	☒	☐	☐	☒	☐
Math. UNIL	4e	☒	☐	☐	☒	☐
HEC	4e	✗			✗	

OBJECTIFS

Initier les étudiants aux méthodes de base du calcul des probabilités et aux modèles statistiques courants. Au terme du cours ils devraient être capables d'utiliser certaines techniques probabilistes et les modèles statistiques courants.

CONTENU

- Estimation ponctuelle
  1. choix d'un estimateur : méthode des moments, méthode du maximum de vraisemblance
  2. qualité d'un estimateur : biais, efficacité, carré-moyen, inégalité de Cramér-Rao, loi limite de l'estimateur du maximum de vraisemblance
- Estimation par intervalle : méthode et propriétés
- Tests d'hypothèses
  1. construction du test : théorème de Neyman-Pearson, tests du rapport de vraisemblance
- 2. tests paramétriques basés sur la loi normale
- Tests du chi-carré : adéquation ("goodness of fit"), indépendance (tableau de contingence)
- Régression linéaire
  1. méthode des moindres carrés
  2. modèle linéaire simple et multiple
  3. inférence statistique : estimations, tests sur les paramètres du modèle (tableau d'analyse de variance)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra et exercices en classe

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Probabilité et Statistique I

Préparation pour : Statistique appliquée, statistique mathématique, probabilité, probabilité appliquée, processus stochastiques.

Titre : ANALYSE NUMERIQUE I						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 2	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Informatique	3	X			X	
Mathématiques	3	X			X	
Physique	3	X				X

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à remplacer un problème mathématique par un problème voisin susceptible d'être résolu par voie numérique et à exprimer ce dernier sous la forme d'un algorithme susceptible d'être traité par l'ordinateur.

CONTENU

Enoncé de quelques problèmes modèles de la physique. Discrétisation par différences finies. Algèbre linéaire numérique: méthodes directes et itératives pour la résolution de systèmes linéaires; systèmes linéaires surdéterminés; valeurs et vecteurs propres de matrices. Systèmes d'équations non linéaires: méthodes type Newton. Calcul approché d'intégrales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle et sur l'ordinateur.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et II. Algèbre linéaire I et II. Informatique I et II.
Préparation pour :

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE I						
Enseignant : C.-E. PFISTER , chargé de cours EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Physique.....	...3.	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Etude des équations différentielles de la physique mathématique; initiation à l'analyse fonctionnelle en vue des applications à la mécanique quantique et aux équations différentielles.

CONTENU

I. Introduction au calcul des variations. Equation d'Euler-Lagrange.

II. Equations linéaires du 2e ordre. Problèmes avec conditions de bord. Fonctions de Green.

III. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse et algèbre de la 1ère année.
Préparation pour : Mécanique quantique, mécanique analytique.

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE II						
Enseignant : C.-E. PFISTER						
Heures total : 30	*Par semaine* : *cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	.4...	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Etude des équations différentielles de la physique mathématique; initiation à l'analyse fonctionnelle en vue des applications à la mécanique quantique et aux équations différentielles.

CONTENU

IV. Théorie des opérateurs dans les espaces de Hilbert.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse et algèbre linéaire, cours de 3e semestre.
Préparation pour : Mécanique quantique, mécanique analytique.

Titre : MECANIQUE GENERALE I						
Enseignant : Christian GRUBER - Professeur EPFL						
Heures total : 75	*Par semaine : cours* 3 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens.....	1er	X			X	
Matériaux	1er	X			X	
Physiciens	1er	X			X	
.....	.....					

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 et de trouver les forces responsables du mouvement.

CONTENU

Introduction à la physique générale

Physique classique et moderne, observation de l'univers et ordre de grandeur; l'espace-temps.

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; équation générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Bonne formation au niveau maturité
Préparation pour : Mécanique générale II, Physique générale, mécanique appliquée, résistance des matériaux.

Titre : MECANIQUE GENERALE II						
Enseignant : Christian GRUBER - Professeur EPFL						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens.....	2è..	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Matériaux	2è	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Physiciens	2è	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

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. Applications : particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.

Gravitation universelle

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

Dynamique du solide

Tenseur d'inertie; équation d'Euler; gyroscope.

Eléments de statique

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

Changement de référentiel et relativité restreinte

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

Mécanique lagrangienne (Introduction)

Equations de d'Alembert et de Lagrange pour les systèmes holonômes.

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés, polycopié et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique Générale I, Analyse I
Préparation pour : Physique générale, mécanique appliquée, résistance des matériaux

Titre : PHYSIQUE GENERALE I - THERMODYNAMIQUE						
Enseignant : Jean-Daniel GANIERE, chargé de cours						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 4 *Exercices* 2 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	2e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Introduire les étudiants dans la logique de l'approche thermodynamique d'un phénomène physique. Leur apprendre à utiliser cette méthode de la physique. L'étudiant doit résoudre les problèmes posés aux exercices. Savoir justifier les méthodes utilisées et donner les principes à la base de la thermodynamique (méthodes de la thermodynamique). Connaître les applications présentées au cours.

CONTENU

- Systèmes thermodynamiques (variables macroscopiques, équation d'état). Equilibre thermique, principe zéro.
- Echanges d'énergie (travail, chaleur). 1er principe. Coefficients calorimétriques.
- 2ème principe (entropie, réversibilité). Cycle thermodynamique, rendement. Température thermodynamique.
- Equation de Gibbs, équation entière et équation de Gibbs-Duhem. Potentiels thermodynamiques, conditions de stabilité. Relations de Maxwell.
- Transitions de phase (règle des phases). Relation de Clausius - Clapeyron. Thermodynamique chimique, diagrammes de phase. Introduction à la physique des surfaces.
- Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles (phénomènes croisés, équation de la diffusion, ...).
- Eléments de thermodynamique statistique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathédra, démonstrations et exercices en salle.

DOCUMENTATION : Un livre est recommandé : Thermodynamique et Physique statistique, M. Gerl et C. Janot, Hachette

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Bases du calcul différentiel et intégral

Préparation pour :

Titre : ATELIER DE MECANIQUE						
Enseignant : W. BENOIT, Professeur - H. RANDIN, B. GARONI, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn.						
Heures total : 30	*Par semaine : cours*	*Exercices*	*Pratiques* 2			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	1er	X	☐	☐	☐	X
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir des notions de pratique d'atelier de mécanique fine et de soufflage de verre. Développer le sens de la construction et de l'assemblage. Connaître les machines et les outils.

CONTENU

Travail à l'étau, tournage, fraisage, perçage. Réalisation d'un projet. Soufflage de verre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séances de 4h en atelier.

DOCUMENTATION : Aucune

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Préparation aux différents TP de Physique.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : INTRODUCTION AUX MICROPROCESSEURS						
Enseignant : René BEUCHAT, Chargé de cours EPFL/DE						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 1	*Exercices*	*Pratiques* 3			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	2e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

L'étudiant devra être capable de réaliser une interface simple et un programme pour une expérience de physique. Il devra être capable d'étudier la documentation d'un microprocesseur et apprendre à le programmer.

CONTENU

1. Nombres et opérations en binaire et hexadécimal. Changement de base.
2. Notions et registres, mémoire, portes logiques. Architecture d'un processeur
3. Exercices pratiques de programmation en assembleur sur microprocesseur 68000.
4. Notion de système et de programmes support : assembleurs, interpréteurs, compilateurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Travaux pratiques effectués avec des systèmes microprocesseurs didactiques et des modules logiques

DOCUMENTATION : Traité d'électricité vol. XIV, Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CHIMIE APPLIQUEE						
Enseignant : Ph. JAVET, P. LERCH, E. PLATTNER, Professeurs						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 3 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
GC, Méc., Electr.,	1er	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Physique, Micro-	1er	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
technique.....	1er	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
GRG.....	3e	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]

OBJECTIFS

Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer ainsi l'accès aux enseignements ultérieurs en science et technologie moderne des matériaux.
Maîtriser le langage et la symbolique utilisés en chimie.
Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.
Servir de base aux relations interdisciplinaires; la chimie ou ses applications jouent un rôle croissant dans les sciences de l'ingénieur; le cours doit permettre au futur ingénieur de comprendre les bases de travail du chimiste et d'engager avec succès le dialogue.

CONTENU

- Constitution atomique et moléculaire de la matière. Lois de base de la chimie.
- Les catégories d'éléments chimiques et le tableau périodique des éléments.
- Les différentes liaisons chimiques et les principales classes de composés chimiques; principe et règles de la nomenclature.
- Notions de chimie organique.
- La réaction chimique, stoechiométries, bilan énergétique. Les équilibres chimiques; affinité et potentiel chimique. Eléments de cinétique chimique et de photochimie.
- Physico-chimie de l'eau; propriétés des ions en solution; acides et bases. Oxydo-réduction, loi de Nernst et série électrochimique. L'état colloïdal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec démonstrations; excercices en salle.

DOCUMENTATION : Cours partiellement polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Formation de base, préalable aux études des propriétés de la matière et des technologies.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : Physique générale II.						
Enseignant : J. Buttet, Professeur.						
Heures total : 90	*Par semaine :* cours 4 Exercices 2 Pratiques					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Physique.....	.3e.	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

CONTENU

1.- Mécanique des corps déformables.
Propriétés élastiques des solides et des fluides. Les tenseurs des contraintes et des déformations, loi de Hooke généralisée. Application à quelques cas simples. Viscosité des fluides et des solides. Energie et déformation élastique.

2.- Physique des fluides.
Description cinématique du mouvement des fluides. Statique et dynamique des fluides parfaits incompressibles, équations d'Euler et de Bernoulli. Dynamique des fluides visqueux, équation de Navier-Stokes. Application à l'écoulement stationnaire dans une conduite, autour d'obstacles simples. Problèmes de stabilité, le nombre de Reynolds, similitude, les tourbillons, la portance.

3.- Ondes élastiques et acoustiques.
Equation d'Alembert. Solutions planes et sphériques. Ondes de pression dans un fluide et ondes élastiques. Impédance, intensité, énergie. Ondes stationnaires, interférence, diffraction, réflexion et réfraction, effet Doppler. Vitesses de groupe et de phase. Perception du son.

4.- Electrodynamique.
Force de Lorentz. Electrostatique : champ électrique et potentiel scalaire dans le vide et les conducteurs, énergie électrostatique. Magnétostatique: champ magnétique et potentiel vecteur dans le vide.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, illustré par des expériences de démonstration. Exercices proposés chaque semaine, effectués en classe et à la maison.

DOCUMENTATION : Polycopiés et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de phys. et de math. des 1er et 2ème sem.
Préparation pour : Phys. théor. I, II, III, IV. Phys. quant. I, II. Phys. du solide I, II. Phys. des plasmas I, II.

Titre : Physique générale III.						
Enseignant : J. Buttet, Professeur.						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 4 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	...4e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent.

Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

1.- Electrodynamique (suite).

Champs électrique et magnétique de la matière. Phénomènes non stationnaires: la loi d'induction, les courants de déplacement et les équations de Maxwell.
L'énergie électromagnétique. Propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux linéaires, conducteurs, biréfringents.
Solution générale des équations de Maxwell, théorie des potentiels.
Application au rayonnement dipolaire et à l'interaction onde lumineuse-matière.

2.- Eléments de relativité spéciale.

Les postulats fondamentaux. La notion d'intervalle et la transformation de Lorentz. Dynamique de la particule. Formulation covariante des équations de Maxwell.

3.- Introduction à la physique atomique et à la mécanique quantique.

Expériences montrant les limites de la physique classique: corps noir, effet photoélectrique. La dualité photon-corpuscule. Niveaux d'énergie atomique : le modèle de Bohr, tableau des éléments, spectroscopie. La dualité onde-matière, onde de Broglie, principe d'incertitude. Introduction à l'équation de Schrödinger et à quelques applications : niveaux discrets, effet tunnel, atome d'hydrogène.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, illustré par des expériences de démonstration. Exercices proposés chaque semaine, effectués en classe et à la maison.

DOCUMENTATION : Polycopiés et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques des 1er, 2e et 3e semestres.

Préparation pour : Physique théorique I,II,III,IV.Phys.quantique I,II. Physique du solide, I,II. Phys. des plasmas I,II.

Titre : MECANIQUE ANALYTIQUE						
Enseignant : Philippe CHOQUARD - Professeur EPFL						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 4 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Faculté.....	.4è..	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Physiciens	4è	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Introduire les étudiants aux méthodes de la physique théorique. Rendre opérationnels les instruments de travail offerts par la mécanique analytique. Donner les bases nécessaires à l'étude de la mécanique statistique et quantique. Donner une formation permettant d'aborder les précis modernes de mécanique.

CONTENU

I. Introduction
1) Tableau "historique"; introduction d'Arnold, de Poincaré et d'Abraham et Marsden; bibliographie.

II. Notions fondamentales
2) Espace, temps et équations du mouvement. 3) Représentations des solutions. 4) Espace de phase et flots. 5) Théorèmes de conservation. 6) Invariance galiléenne des équations. 7) Equilibre et stabilité.

III. Systèmes munis de liaisons
8) Liaisons et contraintes, degrés de liberté. 9) Déplacements possibles et déplacements virtuels, contraintes parfaites. 10) Principes des travaux virtuels. 11) Principe de d'Alembert.

IV. Formalisme lagrangien
12) Equations de Lagrange de 1° espèce. 13) Equations de Lagrange de 2° espèce. 14) Le problème à deux corps et le problème de Képler. 15) Systèmes lagrangiens. 16) Systèmes dissipatifs.

V. Formalisme hamiltonien
17) Fonction et équations d'Hamilton. 18) Crochets de Poisson et constantes du mouvement.

VI. Les principes variationnels
19) Le principe d'Hamilton. 20) Le principe de Maupertuis.

VII. Formalisme canonique
21) Transformations canoniques. 22) Théorème de Liouville. 23) Equations d'Hamilton-Jacobi. 24) Systèmes séparables. 25) Variables angle-action, application au problème de Képler.

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours et des exercices.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique générale, calcul différentiel et intégral, algèbre linéaire
Préparation pour : Mécanique statistique, quantique.

Titre : CRISTALLOGRAPHIE I						
Enseignant : Dieter SCHWARZENBACH, professeur UNIL						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 2	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	3e..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Matériaux.....	3e..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté.....	3e..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Présenter les principes géométriques de la structure de la matière, ainsi que la diffraction des rayons X et la détermination des structures cristallines. Etre en mesure de comprendre et juger les nombreux travaux faisant usage des méthodes radiocristallographiques.

CONTENU

- Etat cristallin, symétrie: Le cristal est défini et décrit à l'aide de sa symétrie (réseau de translation, réseau réciproque, métrique, groupes d'espace, réseaux de Bravais, groupes ponctuels, systèmes cristallins). Utilisation des Tables Internationales de Cristallographie.

- Elements de la diffraction des rayons X par les cristaux: Le principe de la microscopie par diffraction, étudié à l'aide de la transformation de Fourier; le problème des phases et le modèle du "procristal" (facteur de forme atomique). Les équations de von Laue et de Bragg (construction d'Ewald, chambres de diffraction). Production des rayons X. Les intensités des rayons diffractés (facteur de structure, série de Fourier, fonction de Patterson).

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

DOCUMENTATION : feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour : Physique du solide

Titre : ELECTRONIQUE I						
Enseignant : Frédéric de COULON, Professeur, DE						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques* 2			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Informatique	3e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
Physique	3e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Etre à même de décrire le fonctionnement des principaux composants électroniques, d'analyser un schéma théorique de circuit et de concevoir et expérimenter un montage électronique simple

CONTENU

1. Circuits électriques

   Elements actifs et passifs, mise en équation, phénomènes transitoires, réponse en régime sinusoïdal.
2. Composants électroniques

   Fonctions fondamentales : amplification, comparaison, opérations logiques et de mémorisation.
   Semiconducteurs, jonction pn, diode, transistors bipolaires et à effet de champ, circuits intégrés.
3. Amplificateurs électroniques

   Principes, montages fondamentaux, polarisation, réaction et contre-réaction, amplificateur opérationnel.
4. Fonctions analogiques à amplificateurs opérationnels

   Opérateurs linéaires : amplificateur, sommateur, intégrateur, filtre, oscillateur.
   Opérateurs non linéaires : convertisseurs, redresseurs.
5. Comparaison et opérations logiques élémentaires

   Comparateur et inverseur logique, comparateur à hystérèse et bascule de Schmitt.
   Opérateurs logiques élémentaires : exemples de réalisations.
6. Bascules et mémoires

   Bascules astables, monostables et bistables.
   Aperçu sur les différents types de mémoire électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples, exercices et expérimentations

DOCUMENTATION : Notes polycopiées , Volume VIII du Traité d'électricité et notes de laboratoire

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique (recommandé)
Préparation pour : Electronique II.

Titre : ELECTRONIQUE II						
Enseignant : Frédéric de COULON , Professeur, DE						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques* 2			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	4e	X				X
Informatique	4e	X				X
.....	.....					
.....	.....					

OBJECTIFS

Introduction à la théorie du signal et à son utilisation dans l'analyse du fonctionnement des dispositifs et instruments électroniques de traitement des signaux.

CONTENU

1. Introduction
   Traitement des signaux. Notations particulières. Classification des signaux.
2. Signaux déterministes
   Représentations vectorielles et spectrales, application aux signaux périodiques et non périodiques.
3. Signaux aléatoires
   Modèle statistique. Fonction d'autocorrélation et densité spectrale de puissance. Somme et produit de signaux aléatoires. Sources de bruit de fond.
4. Traitement des signaux
   Opérateurs linéaires et paramétriques.
5. Représentation numérique des signaux

   Signaux échantillonnés. Reconstitution par interpolation ou extrapolation. Conversion analogique-numérique et numérique-analogique, quantification et codage binaire. Acquisition de données.
6. Compléments

   Notions de modulation et changement de fréquence, d'analyse spectrale, de détection et estimation de signaux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples, exercices et expérimentations

DOCUMENTATION : Volume VI du Traité d'électricité et notes de laboratoire

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electronique I

Préparation pour : Cours à option en traitement des signaux, télécommunications, techniques de mesure, etc. Projets.

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE MECANIQUE GENERALE ET DE PHYSIOUE GENERALE						
Enseignant : W. BENOIT, Professeur	G. GREMAUD, Chargé de cours P. KOCIAN et A. RIESEN, Adjoints scientifiques					
Heures total : 60	*Par semaine : cours*	*Exercices*	*Pratiques* 4			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	3ème	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

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 la créativité.

CONTENU

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

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 4h. toutes les deux semaines.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de mathématique, de mécanique générale et de physique générale.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE						
Enseignant : W. BENOIT, Professeur	G. GREMAUD, Chargé de cours P. KOCIAN et A. RIESEN, Adjoints scientifiques					
Heures total : 40	*Par semaine : cours*	*Exercices*	*Pratiques* 4			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	4ème	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base intervenant dans la formation de l'ingénieur et du physicien ainsi que de leurs applications. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer son sens de l'initiative et sa créativité.

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique de la section.
Quelques manipulations à caractère technologique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 4h. hebdomadairement.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour : Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale.

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES						
Enseignant : W. BENOIT, Professeur - C. DIMITROPOULOS, Adjoint Scientifique						
Heures total : 120	*Par semaine : cours*		*Exercices*	*Pratiques* 8		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	5ème	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
Mathématiciens	7ème	[ ]	[ ]	[X]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS Acquérir la connaissance des phénomènes physiques intervenant dans la formation de l'ingénieur et du physicien ainsi que de leurs applications. 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 ses résultats en termes d'une théorie et d'un modèle. Développer son sens de l'initiative et sa créativité.

CONTENU

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique à l'exclusion de la physique nucléaire et des particules élémentaires.
Quelques manipulations à caractère technologique.
A titre facultatif, possibilité de perfectionner ses connaissances de pratique d'atelier de mécanique et de verrerie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 8h. hebdomadairement.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale.
Préparation pour : TP 4 et diplôme pratique d'ingénieur-physicien

Titre :	TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES					
Enseignant :	W. BENOIT, Professeur - C. DIMITROPOULOS, Adjoint Scientifique					
Heures total :	80	*Par semaine : cours*	*Exercices*	*Pratiques* 8		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	6ème	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
Mathématiciens...	8ème	[ ]	[ ]	[X]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS Acquérir la connaissance des phénomènes physiques intervenant dans la formation de l'ingénieur et du physicien ainsi que de leurs applications. 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 ses résultats en termes d'une théorie et d'un modèle. Développer son sens de l'initiative et sa créativité.

CONTENU

Les sujets couvrent la plupart des domaines de la physique à l'exclusion de la physique nucléaire et des particules élémentaires.
Quelques manipulations à caractère technologique.
A titre facultatif, possibilité de perfectionner ses connaissances de pratique d'atelier de mécanique et de verrerie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 8h. hebdomadairement.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale.
Préparation pour : TP 4 et diplôme pratique d'ingénieur-physicien.

Titre : CONSTRUCTION						
Enseignant : M. ZIEGENHAGEN, professeur ; H. RIEBEN, maître de dessin						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* - *Exercices* - *Pratiques* 4					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	5e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Intentions de l'enseignant : Inciter les étudiants à exprimer et préciser par le dessin technique leurs projets de construction au laboratoire de physique. Les initier à quelques techniques de laboratoire et à utiliser leurs connaissances en matière d'usinage.
Objectif pour l'étudiant : Parvenir à dimensionner et dessiner des éléments de construction, des organes d'appareils ou d'instruments, des montages utiles aux expériences de laboratoire.

CONTENU

Projets de construction dans divers domaines de la technique de laboratoire : mécanique, électrotechnique, technique du vide, des fours, du froid, des microondes, de l'optique, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Projets imposés (individuels) puis à choix (individuels ou en groupe) introduits par des démonstrations expérimentales.
Visites éventuelles de laboratoires.

DOCUMENTATION :

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de physique générale. Travaux pratiques de physique (niveau avancé, en particulier initiation à l'usinage)

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE I						
Enseignant : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	5è....	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Mathématique.....	5è....	[ ]	[ ]	[x]	[x]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant(e) avec les méthodes et les résultats de la physique théorique classique des systèmes dynamiques et des milieux continus.

CONTENU

I. Compléments de mécanique analytique
   1. Principes variationnels; première et seconde variation de l'action.
   2. Formalisme canonique; transformations canoniques, équations d'Hamilton-Jacobi, variables angle-action, théories de perturbation.

II. La chaîne uni-dimensionnelle
   3. La chaîne linéaire; modes propres de la chaîne fixée, de la chaîne cyclique.
   4. Configuration d'équilibre; état fondamental, classification des potentiels d'interaction.
   5. Effets non-linéaires; les modèles de Fermi, Pasta, Ulam, de Hénon et Heiles, de Toda; les régimes périodiques, quasi-périodiques et chaotiques.

III. La théorie classique des champs
   6. Le formalisme lagrangien; la limite du continu, le principe d'Hamilton.
   7. Théorèmes de conservation; le théorème de Noether, applications.
   8. Le champ électromagnétique; équations de Maxwell, le potentiel vecteur, la densité lagrangienne, le tenseur d'énergie-impulsion, interaction champ-matières
   9. Ondes solitaires et solitons; de F.P.U. à K. d. V. via Boussinesq, les ondes solitaires de Russel, l'équation de Korteweg et de Vries, les solitons de Zabusky et Kruskal, l'équation de Sine-Gordon.

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours et des exercices.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques du 1er cycle
Préparation pour : Physique théorique II

Titre :	PHYSIQUE THEORIQUE II					
Enseignant :	Philippe CHOQUARD - Professeur EPFL					
Heures total :	30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	6e	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
Mathématiques	6e	[ ]	[ ]	[x]	[x]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

CONTENU

Ensemble microcanonique classique et ergodicité. Matrice densité et ensemble microcanonique quantique. Entropie. Limite thermodynamique de l'entropie et stabilité thermodynamique. 3ème loi de la thermodynamique. Ensemble canonique et grand-canonique. Principe variationnel. Equivalence des ensembles. Gaz parfaits classiques et quantiques.

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

DOCUMENTATION : Polycopié mis à disposition

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques du 1er cycle, physique théorique I
Préparation pour : Physique théorique III et IV

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE III						
Enseignant : Jean-Jacques LOEFFEL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7e	X			X	
Faculté	7e			X	X	

OBJECTIFS

Cours moyen de physique statistique

CONTENU

I. Mécanique statistique de l'équilibre (compléments)

II. Théorie cinétique de l'approche à l'équilibre.
Phénomènes de transport

III. Aperçu sur les transitions de phase

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

DOCUMENTATION : bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : mécanique classique et quantique, physique théorique I et II
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE IV						
Enseignant : Jean-Jacques LOEFFEL						
Heures total : 30	*Par semaine :* cours 2	Exercices 1	*Pratiques* -			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	8e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté	8e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Cours moyen d'électrodynamique

CONTENU

1. Problèmes de radiation par des systèmes de charges en mouvement
2. Problèmes d'optique ondulatoire
3. Cavités et guides d'ondes

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

DOCUMENTATION : bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : une certaine familiarité avec les équations de Maxwell.
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I						
Enseignant : Gérard WANDERS, Professeur UNIL						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	5e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Mathématiciens	5e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
Mathématiciens	7e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Apprendre les principes et les méthodes de la physique quantique

CONTENU

Impossibilité d'une description classique des phénomènes microphysiques. Mécanique ondulatoire de la particule libre et de la particule soumise à un potentiel dans un espace à 1 dimension.

Formalisme général de la physique quantique : postulats et outils mathématiques.

Oscillateur harmonique. Moment cinétique. Atome d'hydrogène .

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

DOCUMENTATION : Références : C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë : Mécanique quantique I et II, Hermann, 1973

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : cours de physique et de mathématiques du premier cycle

Préparation pour : physique atomique, physique du solide, physique nucléaire, mécanique statistique.

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE II						
Enseignant : Gérard WANDERS, professeur UNIL						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	6e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Mathématiciens	6e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
Mathématiciens	8e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Poursuivre l'apprentissage des principes et des méthodes de la physique quantique.

CONTENU

Addition des moments cinétiques.

Théorie non-relativiste du spin.

Méthodes perturbation indépendante du temps et dépendante du temps.

Transformations et groupes de transformation.

Matrice densité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, exercices préparés en classe.

DOCUMENTATION : Références : C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë : Mécanique quantique I et II, Hermann, 1973.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique quantique I

Préparation pour : Physique atomique, physique du solide, physique nucléaire, mécanique statistique.

Titre : PHYSIQUE ATOMIQUE						
Enseignant : Antonio QUATTROPANI, professeur EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	6e	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS - Présenter les méthodes de calcul et les résultats principaux concernant les états électroniques au voisinage de noyaux atomiques isolés ou formant des molécules simples.

- Introduire les concepts dérivés des structures électroniques et utiles en chimie et en physique du solide, en particulier les liaisons ioniques et covalentes.

CONTENU

- Atomes, orbitales électroniques et principe de construction du système périodique. Systèmes à deux électrons, principe de Pauli, atome d'Hélium; fonctions d'onde avec corrélation; interaction d'échange. Systèmes à n électrons; antisymétrisation; couplage des moments cinétiques. Modèle de l'atome en couches; règle de Hund. Champ atomique autoconsistant à symétrie sphérique, méthode Hartree-Fock. Excitations à 1 électron, spectres expérimentaux.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique Quantique (5è semestre)
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE I						
Enseignant : Emanuel MOOSER, professeur						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	5ème	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

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 Modèle de l'électron libre.

Phénomène de transport.

Modèle de l'électron faiblement lié à un potentiel périodique, notion de bandes d'énergie.

L'électron fotement lié.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION : C. Kittel : Physique de l'état solide, 5e édition, Dunod, Paris, 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE II						
Enseignant : Emanuel MOOSER, professeur						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	6ème..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

CONTENU

Les métaux, les semimétaux, les semiconducteurs,

Les phonons.

La supraconduction.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices

DOCUMENTATION : C. Kittel : Physique de l'état solide, 5e édition, Dunod, Paris, 1983

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS I						
Enseignant : Dr. M.Q. TRAN, chargé de cours						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	.5e..	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Présenter une introduction à la physique des plasmas. On s'attachera à décrire les méthodes et modèles utilisés pour expliquer les nombreux phénomènes ayant lieu dans un plasma. Ainsi, on commencera par l'étude de phénomènes ayant trait aux particules chargées avant d'aborder les phénomènes nécessitant une description fluide ou cinétique du plasma.

CONTENU

I) Description du plasma.
- Qu'est-ce qu'un plasma? Ecrantage de Debye - Loi de Saha.
- Les différents plasma: plasma thermonucléaire - plasma de laboratoire - plasma dans l'espace.
- Introduction à la fusion thermonucléaire.

II) Description particulaire du plasma.
- Mouvement d'une particule dans un champ E et B statique ou oscillant. Application au confinement du plasma.
- Force pondéromotrice.
- Rappel sur les collisions binaires et un phénomène de transport la conductivité électrique.

III) Rayonnement d'un plasma.
- Rayonnement de freinage.
- Rayonnement cyclotronique.

IV) Théorie fluide d'un plasma.
- Equations d'un fluide conducteur soumis à des champs E et B.
- Quelques applications: Equilibre des forces - Ondes.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Ce cours introduit un cycle complet de cours en physique
Préparation pour : des plasmas et en fusion contrôlée.

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS II						
Enseignant : Dr. M.Q. TRAN, chargé de cours						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	.6e..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Etude des phénomènes d'ondes dans un plasma en utilisant les théories fluides et cinétiques.

CONTENU

I) Théorie fluide d'un plasma.

- Equation à 2 fluides: onde ionique acoustique dans un plasma non magnétisé.

II) Théorie cinétique d'un plasma.

- Fonction de distribution et son évolution (équation de Vlasov).
- Moments de l'équation de Vlasov.
- Onde en théorie cinétique: l'amortissement non collisionnel de Landau.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique des Plasmas I
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE I						
Enseignant : Maurice GAILLOUD, professeur ordinaire, UNIL						
Heures total : 105	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* 4					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	5e	X			X	X
Faculté	5e	X				

OBJECTIFS

Présenter les phénomènes de rayonnements nucléaires. Donner les caractéristiques de la structure du noyau atomique. Introduire aux techniques de mesure des rayonnements nucléaires.

CONTENU

- Les sources des rayonnements nucléaires. Interactions de ces rayonnements dans la matière. Détecteurs des rayonnements et appareils de mesure.

- Propriété et structure du noyau atomique : dimension, masse, spin, moments électromagnétiques. Méthodes de mesure.

Les travaux pratiques consistent en une série de manipulations de base et une expérience plus élaborée, effectuée en fin de semestre.

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

DOCUMENTATION : Notes du cours. Notice des travaux pratiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique générale
Préparation pour : Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE II						
Enseignant : Maurice GAILLOUD, professeur ordinaire, UNIL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	6e...	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Faculté.....	6e...	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Donner les propriétés des réactions nucléaires dans différents domaines d'énergie. Duscuter différents modèles de la structure et des réactions nucléaires.

CONTENU

- Caractéristiques des réactions nucléaires : phénomènes de résonance de la section efficace à basse énergie ; diffraction et polarisation à moyenne énergie.
- Modèles de la structure nucléaire : gaz de Fermi, goutte liquide, modèles en couches. Modèles des réactions nucléaires : noyau composé, modèle optique.
- Phénomènes à haute énergie : création de particules. Classification des particules et de leurs interactions.

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

DOCUMENTATION : Notes du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique générale et physique quantique
Préparation pour : Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

Titre : DROIT I

Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur EPFL/DME

Heures total : 30 | *Par semaine : cours* 2 *Exercices* *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electriciens	3e	[X] *	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Electriciens	7e	[ ]	[X] ou	[X]	[X]	[ ]
Divers		[ ]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physique	3e	[ ]	[ ]	[X]	[ ]	[X]

* A choix avec ECONOMIE D'ENTREPRISE

OBJECTIFS

L'étudiant se familiarisera avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtrisera quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Introduction générale au droit :
   Généralités sur le droit, panorama du droit, les sources du droit, la règle du droit, l'application du droit.
2. Notions de droit civil et de droit des obligations :
   Aperçu du droit des personnes, droit de famille, droit des successions, droits réels, droit des obligations.
   La responsabilité civile.
   Etude détaillée de quelques contrats, vente, bail, travail, entreprise.
   Aperçu de droit des sociétés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour : Droit II.

Titre : DROIT II							
Enseignant : Baptiste RUSCONI, professeur EPFL/DME							
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*				
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*		*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens	4e	[X] *	[ ]		[ ]	[X]	[ ]
Electriciens	8e	[ ]	[X]	ou	[X]	[X]	[ ]
Divers		[ ]	[ ]		[ ]	[X]	[ ]
Physique	4e	[ ]	[ ]		[X]	[ ]	[X]

* A choix avec ECONOMIE D'ENTREPRISE

OBJECTIFS

L'étudiant se familiarisera avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtrisera quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Les accidents de travail.

2. La propriété industrielle :
   Les brevets d'invention.
   Les dessins et modèles industriels.
   Les marques de fabrique et de commerce.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Droit I.
Préparation pour :

Titre : ECONOMIE D'ENTREPRISE I						
Enseignant : Gaston CUENDET, professeur invité DE, EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	3e	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :

- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle
- évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement
- discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise de problèmes touchant à leur fonction.

CONTENU

Les grandes subdivisions du cours sont :

- L'entreprise et ses finalités
- Anatomie des entreprises (les fonctions principales)

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modules théoriques. Discussion de sujets choisis. Séminaires de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

DOCUMENTATION : obligatoire : G. Cuendet, Introduction à la gestion des systèmes sociaux d'action, Lang, 1984

de référence: G. Cuendet, Traité systémique de gestion I, II et III PPR, 1981, 1982, 1983

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Economie d'entreprise II

Titre : ECONOMIE D'ENTREPRISE II						
Enseignant : Gaston CUENDET, professeur invité DE, EPFL						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	4e	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin de l'année (cours I et II), l'étudiant sera capable de :

- comprendre les principes de base, les problèmes et les contraintes liés au management de l'entreprise industrielle
- évaluer, en abordant une entreprise, les particularités qui président à sa structure et à son fonctionnement
- discuter intelligemment avec des responsables d'entreprise de problèmes touchant à leur fonction.

CONTENU

Les grandes subdivisions du cours sont :

- La direction de l'entreprise
- L'entreprise face à son environnement.

Un plan détaillé du cours est fourni aux étudiants au début de l'année.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modules théoriques. Discussion de sujets choisis. Séminaires de synthèse sous forme de cas d'entreprises romandes.

DOCUMENTATION : obligatoire : G. Cuendet, Introduction à la gestion des systèmes sociaux d'action, Lang, 1984
de référence: G. Cuendet , Traité systémique de gestion I, II et III PPR 1981, 1982, 1983

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Economie d'entreprise I
Préparation pour :

Titre : INTRODUCTION AUX SCIENCES HUMAINES: LA SOCIOLOGIE						
Enseignant : Michel BASSAND, professeur						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 20 *Exercices* *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
...Electricité...	.....	☐	☐	☐	☐	☐
...Physique.....	...3e...	☐	☐	☒	☐	☒
...Matériaux.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Expliciter et développer du point de vue de la sociologie la problématique Homme - Technique - Environnement.

CONTENU

- Rapports entre technique et société
  Exemple des nouvelles techniques de l'information
- La société en tant que phénomène social total : structures, changements et acteurs.
- Stratification sociale et inégalités sociales.
- Dynamique socio-culturelle et changement social.
- Division du travail, solidarité et anomie.
- Urbanisation et dialectique centre-périphérie: un exemple H/T/E l'aménagement du territoire.
- Société industrielle et société post-industrielle: un exemple H/T/E la politique des routes nationales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, vidéo, discussions.

DOCUMENTATION : Villes, régions et sociétés (Michel Bassand) Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1982

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Introduction à la psychologie et à l'économie.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INTRODUCTION A LA PSYCHOLOGIE						
Enseignant : M. L. GOLDSCHMID, Professeur EPFL/CPD						
Heures total : 16	*Par semaine* : *cours* 2					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Electricité.....	.....	☐	☐	☒	☐	☐
.Matériaux.....	.....	☐	☐	☒	☐	☒
.Physique.....	..3e.	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS généraux : Les chapitres et thèmes de ce cours destiné aux étudiants ingénieurs ont été choisis dans la perspective d'une application directe à la vie pratique et professionnelle.
Les 8 séances devraient permettrent aux étudiants de :

- situer l'apport spécifique de la psychologie dans le cadre des sciences humaines et en rapport avec les sciences techniques
- illustrer les éléments intervenant dans la connaissance de soi et dans les relations avec autrui
- développer des outils de réflexion pour les travaux HTE (méthodologie et thèmes)

CONTENU

1. Introduction : définition et champs d'application de la psychologie. Approche comparative et évolutive
2. Application et recherches : présentation des méthodes d'investigation utilisées en psychologie (enquêtes, questionnaires, entretiens, tests...) et analyse de leurs implications.
3. Intelligence et développement cognitif : importance de la stimulation et du milieu dans le développement intellectuel de la personne. Rôle du langage, de la pensée et de la mémoire.
4. Psychologie sociale : dynamique de groupe, travail en équipe et conduite de groupe.
5. Psychologie de la personnalité : le développement de l'individualité et l'adaptation personnelle.
6. Créativité : qu'est-ce que la créativité ? Facteurs stimulant et freinant la créativité.
7. Perception : caractérisation des mécanismes perceptifs dans les relations interpersonnelles.
8. Environnement : apport de la psychologie dans les études du rapport Homme-Milieu (analyse du travail, ergonomie,...)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés, illustrations audiovisuelles, études de cas, exercices individuels, travaux en petit groupe, débats,...
DOCUMENTATION : Dossier de documentation polycopié distribué à chaque étudiant

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Formation professionnelle complémentaire et HTE

Préalable requis : —
Préparation pour : mémoire HTE

Titre : INTRODUCTION AUX SCIENCES HUMAINES - E C O N O M I E

Enseignant : Joseph CSILLAGHY, professeur EPFL/DA

Heures total : 21 | *Par semaine : cours* 3 *Exercices* *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Architecture	4e	[x]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Electricité	6e ou 8e	[ ]	[x]	[ ]	[ ]	[ ]
Matériaux	4e	[x]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Physique	4e	[ ]	[ ]	[x]	[ ]	[x]

OBJECTIFS L'étudiant sera capable de lire et d'interpréter des textes vulgarisés d'économie. Il sera capable à entreprendre par soi-même l'approfondissement de ses connaissances en matière d'économie politique ou l'une des branches spécialisées de l'économie.

CONTENU

1. Généralités
2. Justification théorique de la demande et de l'offre
3. La monnaie et le crédit
4. La répartition du revenu
5. La répartition fonctionnelle
6. Les limites de la croissance
7. La localisation des activités - tendances centripètes et centrifuges

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION : ex cathédra

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Polycopié

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : Séminaire H.T.E.						
Enseignants: Y. de RIBAUPIERRE (coord.), Mme E. FIVAZ, MM. R. CALOZ, M. ERBETTA, P.KUCERA						
Heures total : 30/20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* -	*Pratiques* -			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	5e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
Physiciens	6e	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant en contact avec les domaines de la physiologie et de la psychologie par l'étude de problèmes liés d'une part à la communication et d'autre part à la préservation de l'environnement.

CONTENU

- Introduction
- La perception : un processus linéaire ?
  Physique et physiologie des sens
  Performances sensorielles comparées (homme insecte)
- Le stress, une expression de la relation homme-milieu
  Aspect biologique
  Aspect psychologique
- La communication non verbale : son rôle dans l'écologie humaine
- Objectivité et subjectivité de la communication de la connaissance
- Evolutions scientifique et technologique comparées de la Chine et de l'Europe
- Transferts de connaissances scientifiques et de pratiques technologiques
- Evolution du milieu naturel, érosion, impact des sociétés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séminaires : ateliers, excursions scientifiques

DOCUMENTATION : Notes, articles, bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : Mesure des déformations par interférométrie holographique et méthodes apparentées						
Enseignant : P. JACQUOT						
Heures total : 20	*Par semaine* : *cours* 2 *Exercices* *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	6	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit:
- avoir assimilé les phénomènes et principes mis en jeu dans chaque groupe de méthodes;
- être en mesure d'imaginer des adaptations de schémas types en fonction de la nature des déformations à mesurer.

CONTENU

- Rappel des notions d'ondes simples monochromatiques et d'éléments de la théorie de la diffraction.
- Définition du speckle. Influence des déformations et des déplacements de l'objet sur les propriétés du speckle.
- Photographie speckle: mesure des déformations dans le plan; enregistrement, dépouillement, filtrage point par point et à champ complet.
- Interférométrie speckle: mesure d'une composante de la déformation; technique de la double exposition; technique du masque; variantes.
- Interférométrie holographique: mesure des déformations hors du plan; enregistrement, restitution et dépouillement.
- Résumé comparatif: nature et étendue des domaines de mesure; limitations; sensibilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposés donnés par l'enseignant; présentation d'expériences.

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Projet d'ingénieur 7ème semestre.

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE MECANIQUE STATISTIQUE						
Enseignant : Philippe A. MARTIN, chargé de cours EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compléter la formation de l'étudiant en mécanique statistique : introduction à la description des états correlés de la matière condensée, phénomènes coopératifs et transitions de phase.

CONTENU

- Aspects thermodynamiques : transitions de premier et second ordre.
- Le fluide de Van der Waals
- Paramètre d'ordre et symétrie brisée
- La théorie de Landau des transitions de second ordre
- Transitions de phases en mécanique statistique
- Le modèle d'Ising du ferromagnétisme et le gaz sur réseau
- Fonctions de distributions et corrélations dans les milieux continus - Fluctuations.

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

DOCUMENTATION : Traité de mécanique statistique et phénomènes critiques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Thermodynamique. Eléments de mécanique statistique classique
Préparation pour : Physique de la matière condensée
Physique théorique

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE MECANIQUE STATISTIQUE						
Enseignant : Hervé KUNZ, chargé de cours EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etudier les systèmes hors équilibre où les fluctuations jouent un rôle important et les formalismes appropriés à cette étude (phénomènes stochastiques, fonctions de corrélation).

CONTENU

- Fonctions de corrélations dynamiques. Fonctions de réponse et coefficient de transport.
- Théorème de fluctuation - dissipation. Diffusion de lumière et de neutrons.
- Régime hydrodynamique des fonctions de corrélation. Symétrie brisée et théorème de Goldstone.
- Exemples : Diffusion de spin, effet Hall.
- Mouvement brownien et équation de Langevin généralisée. Equation de Focker-Planck.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Eventuellement celui de Physique Théorique. (Mécanique Statistique).

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE						
Enseignant : Paul ERDOS, prof. UNIL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Approfondissement des connaissances d'importantes classes de matériaux

CONTENU

sera annoncé avant le début du semestre

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : séminaire avec participation des étudiants

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique quantique, Physique du solide

Préparation pour : Travaux individuels de recherche

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE						
Enseignant : Paul ERDOS , prof. UNIL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques	8e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Approfondissement des connaissances d'importantes classes de matériaux

CONTENU

sera annoncé avant le début du semestre

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : séminaire avec participation des étudiants

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique quantique, Physique du solide

Préparation pour : Travaux individuels de recherche

Titre : RELATIVITE ET COSMOLOGIE I						
Enseignant : Dominique RIVIER						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	..7e.	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	..7e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer les bases de la théorie de la Relativité générale et de la Cosmologie théorique.

CONTENU

Les fondements expérimentaux de la théorie de la Relativité générale : les limites de la théorie de Newton pour la gravitation et les limités de la théorie de la Relativité restreinte. Les principes d'équivalence les principes cosmologiques. Etude des variétés différentiables de Riemann.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, excerci-es, séminaires (exposés d'étudiant)

DOCUMENTATION : Traités de Relativité générale et de géométrie riemannienne.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique et cours
Préparation pour : de relativité restreinte.

Titre : RELATIVITE ET COSMOLOGIE II						
Enseignant : Dominique RIVIER						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	8e..	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8e..	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer les bases de la Relativité générale et de la Cosmologie théorique.

CONTENU

Applications des principes d'équivalence et de covariance.
Les équations des champs gravifique et électromagnétiques dans l'espace-temps de la relativité générale.
Solutions particulières. Modèles cosmologiques élémentaires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices, seminaires (exposés d'étudiant).

DOCUMENTATION : Traité de Relativité générale et de cosmologie théorique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique,
Préparation pour : cours de physique quantique III et de Relativité et Cosmologie I.

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE III						
Enseignant : Dominique RIVIER						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	7e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer les bases des théories relativistes quantiques.

CONTENU

Rappel des développements essentiels de la théorie de la relativité restreinte.
Théorie classique du champ sous forme covariante; le Théorème de Noether.
Les exigences d'une théorie quantique relativiste. Théorie du champ scalaire (Klein-Gordon).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices et séminaires (exposés d'étudiant)

DOCUMENTATION : Traités classiques sur les champs classiques sur la mécanique quantique relativistes.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Formation correspondant au 2ème propédeutique de physique et cours
Préparation pour : général de mécanique quantique.

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE IV						
Enseignant : Dominique Rivier						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques* -			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Physique.....	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.Faculté.....	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer les bases des théories relativistes quantiques.

CONTENU

Théorie du champ spinoriel de Dirac.

Présentation élémentaire des représentations du groupe de Lorentz.

Applications élémentaires de la théorie de Dirac.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices et séminaires (exposés d'étudiant).

DOCUMENTATION : Traités classiques : sur la théorie des groupes et leur représentation sur la mécanique quantique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Formation correspondant au 2r propédeutique de phyxique et cours
Préparation pour : de Physique quantique III.

Titre : THEORIE QUANTIQUE DES COLLISIONS						
Enseignant : Jean-Jacques LOEFFEL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	7e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Cours spécialisé de mécanique quantique

CONTENU

1. Notion de section efficace.
2. Sections efficaces en mécanique classique.
3. Sections efficaces en mécanique quantique : une particule dans un potentiel.
4. Cas des potentiels centraux. Méthodes d'approximations.
5. Théorie des collisions en terme de matrice S
6. Compléments divers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours, exercices

DOCUMENTATION : bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique quantique I et II, mécanique générale.
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE						
Enseignant : Jean-Jacques LOEFFEL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	8e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Cours avancé de physique quantique. Introduction à l'optique quantique et à la théorie quantique des champs.

CONTENU

- Quantification du champ électromagnétique.
- Application à l'absorption et à l'émission de la lumière par des systèmes matériels (atomes, molécules, cristaux, ...)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours, exercices

DOCUMENTATION : bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique classique, Physique quantique I et II
Préparation pour :

Titre : THEORIE ELECTRONIQUE DU SOLIDE I						
Enseignant : A. BALDERESCHI, professeur titulaire, A. QUATTROPANI, professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7è	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Gaz d'électrons en interaction. Approximation de Hartree-Fock. Energie de corrélation. (Exemple : Atome d'hélium)
- Le Jellium : Définition et justification du modèle. Solutions magnétiques et non magnétiques. Niveau de Fermi et largeur de bande. Densité des états. Susceptibilité magnétique. Chaleur spécifique. Corrélations et excitations collectives.
- Théorie des bandes : Notions des structures électroniques des atomes. Approximation Born-Oppenheimer. Approximation des électrons quasi libres et fortement liés. Propriétés électroniques dérivant des symétries du réseau. Exemple de bandes d'énergie pour métaux simples, semiconducteurs et isolants.

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

DOCUMENTATION : N.W. Ashcroft + N.D. Mermin Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique quantique de 3è année et Physique du solide de 3è année.

Préparation pour :

Titre : THEORIE ELECTRONIQUE DU SOLIDE II						
Enseignant : A. BALDERESCHI, professeur titulaire, A.QUATTROPANI, professeur, EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Appliquer la théorie présentée au semestre d'hiver (7è semestre) aux propriétés optiques.

CONTENU

- Propriétés électroniques des solides soumis à des perturbations extérieures.
- Propriétés optiques : Constantes diélectriques. Transitions bande-bande. Points critiques. Transitions excitoniques, Optique des semiconducteurs dopés.

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

DOCUMENTATION : N.W. Ashcroft + N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Théorie électronique du solide du 7è semestre.

Préparation pour :

Titre : PHONONS : THEORIE ET EXPERIENCES I						
Enseignant : Peter BRÜESCH, privat-docent						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant à la physique des phonons.
Discussion de quelques développements actuels.

CONTENU

Introduction. Que sont les phonons ? Où et comment se manifestent-ils ? Approximation adiabatique et harmonique.

Dynamique cristalline. (Approximation harmonique)
Théorie classique : Equation de mouvement, matrice dynamique, conditions aux limites périodiques, zones de Brillouin, coordonnées normales.
Théorie quantique : Opérateurs de création et d'annihilation, le gaz de phonon, densité d'état et chaleur spécifique.

Anharmonicité. Energie libre, équation d'état, dilatation thermique, chaleur spécifique, "self consistent harmonic approximation".

Conductivité thermique. Conductivité thermique d'un gaz de phonons. Discussion qualitative des temps de relaxation et comparaison avec les expériences.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique du solide, 3e année
Préparation pour : Phonons : Théorie et expériences II

Titre : PHONONS : THEORIE ET EXPERIENCES II						
Enseignant : Peter BRÜESCH, privat-docent						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant à la physique des phonons.
Discussion de quelques développements actuels.

CONTENU

Interaction des rayons X avec les phonons. Technique expérimentale, mécanisme d'interaction, diffusion élastique et inélastique des rayons X, facteur de Debye-Waller, intensité des rayons diffusés, processus normaux et Umklapp.

Diffusion des neutrons thermiques par les phonons. Technique expérimentale, conservation d'énergie et d'impulsion, mécanisme d'interaction, diffusion thermique cohérente et incohérente.

Discussion de quelques développements actuels. Le rôle des phonons dans la physique des

- métaux unidimensionnels
- superconducteurs ioniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Phonons : Théorie et expériences I
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE METALLURGIQUE II						
Enseignant : Robert SCHALLER, chargé de cours						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	8e					
.....	.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la dynamique des dislocations et aux mécanismes microscopiques responsables des propriétés mécaniques des alliages métalliques.

CONTENU

1) Plasticité : dynamique des dislocations. Thermodynamique du glissement activé des dislocations. Fluage. Mécanismes de durcissement (solutions solides, précipitation).

2) Anélasticité: phénoménologie et rhéologie. Approche thermodynamique. Phénomènes de relaxations (défauts ponctuels et dislocations). Susceptibilité élastique et frottement intérieur. Méthodes expérimentales : vibrations libres et forcées, ultrasons. Applications à l'étude des interactions dislocations - réseau et dislocations - défauts ponctuels.

3) Recristallisation : Notions de joints et sous-joints de grains. Restauration, germination et croissance des grains. Forces motrices de recristallisation. Interaction précipitation-recristallisation.

4) Rupture : Mécanismes et critères de rupture. Concept du facteur d'intensité de contrainte K en mécanique des milieux linéaires élastiques. Intégrale J. Relations entre microstructures et ténacité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de physique métallurgique I

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS III : Effets cinétiques						
Enseignant : F. TROYON, Professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	7ème	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire la description cinétique du plasma et les méthodes de résolution. Présenter la notion de microinstabilité dans l'espace de phase et leurs effets en utilisant des configurations réelles comme exemples.

CONTENU

Description cinétique du plasma

- Equation de Vlasov
- Méthodes de résolution analytiques et numériques
- Liaison avec la description fluide.

Ondes dans un plasma sans champ magnétique

- Relation de dispersion
- Microinstabilités et amortissement Landau.

Ondes dans un plasma magnétisé

- Relation de dispersion dans un plasma homogène
- Applications diverses.

Effets non-linéaires

- Théorie quasi-linéaire
- Ondes BGX.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique des plasmas I et II
Préparation pour :

F.

DOC

LIAI.

Préal.
Prépar

Titre : LES REACTIONS NUCLEAIRES						
Enseignant : C. JOSEPH, professeur UNIL						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Description du processus de collision en physique quantique et illustration dans quelques cas simples de réactions nucléaires. Permettre à l'étudiant d'accéder à la littérature actuelle dans ce domaine.

CONTENU

Processus de collision. Probabilité de transition et section efficace. Invariance par renversement du temps. Diffusion par un potentiel central. Approximation de Born. Interaction nucléon - nucléon à basse énergie. Résonnances et noyau composé. Le modèle optique. Les réactions directes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique quantique - Physique nucléaire
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PARTICULES ELEMENTAIRES						
Enseignant : Maurice GAILLOUD, professeur ordinaire, UNIL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *) *Pratiques* *)					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	7e	☐	☐	☒	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire une méthode pratique du calcul des sections efficaces et l'appliquer pour discuter les interactions électromagnétiques et faibles entre les particules élémentaires.

CONTENU

- Cinématique et invariance relativiste. Les équations de Klein-Gordon et Dirac. Introduction aux diagrammes de Feynman. Interaction électromagnétique des particules de spin 0 et ½. Diffusion élastique électron muon et électron proton. Facteurs de forme électromagnétique des nucléons. Discussion de quelques expériences confirmant la validité de l'électrodynamique.

- Introduction à l'interaction faible. Les neutrinos et leur hélicité. La violation de la parité. Théorie phénoménologique de l'interaction faible. Application à la désintégration du muon. Discussion de quelques processus semi leptoniques, la désintégration des pions, la désintégration β.

* Ce cours est complété par un séminaire général (2 h. / 15 jours) et par des travaux pratiques avancés de physique nucléaire.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique quantique - Physique nucléaire

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PARTICULES ELEMENTAIRES						
Enseignant : Maurice GAILLOUD, professeur ordinaire, UNIL						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *) *Pratiques* *)					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	8e	☐	☐	☒	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire aux propriétés des interactions fortes et présenter les méthodes d'investigation utilisées.

CONTENU

- Résonances; formation et production; détermination expérimentale de leur nombres quantiques.
- Classification des hadrons; groupes de symétrie; modèle des quarks; confrontation à l'expérience.
- Pôles de Regge; prolongement analytique, symétrie de croisement. Comportement asymptotique des sections efficaces.

* Ce cours est complété par un séminaire général (2 h. / 15 jours) et par des travaux pratiques avancés de physique nucléaire

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique quantique - Physique nucléaire
Préparation pour :

Titre : ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX						
Enseignant : Raymond WEILL, professeur associé, UNIL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	..7..	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	..7...	☐	☐	☒	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les expériences de physique nucléaire et corpusculaire font appel à des particules incidentes d'énergie bien définie. Les protons, (antiprotons), ions lourds, ainsi que les électrons (positrons), toutes particules stables chargées peuvent être accélérées aux énergies nécessaires, puis dirigées sur les dispositifs de détection appropriés. L'expérimentation à l'aide de particules incidentes instables ou neutres, mésons π, K, neutrons, hypérons, γ, neutrinos, utilise celles produites dans des réactions induites par des particules stables chargées sur des cibles: ces particules secondaires doivent donc être sélectionnées selon leur masse, charge et impulsion, puis "conduites" (comme dans le premier cas) à la zone d'expérience qui peut être distante de plusieurs kilomètres, avec des tolérances latérales de l'ordre du millimètre. Dans les accélérateurs et surtout les anneaux de stockage, les particules décrivent des trajectoires allant jusqu'à plusieurs milliards de km de longueur, dont les positions sont définies à quelques dixièmes de mm près.

CONTENU

- Equations du mouvement des particules chargées dans des champs magnétiques et électriques non uniformes. Formes matricielles des solutions , analogies avec les lentilles optiques épaisses; notions de dispersion. Constituants des faisceaux: aimants de courbures à focalisation faible et forte, quadrupoles. Systèmes achromatiques. Application à des expériences de physique: divers types de spectromètres. Le rayonnement synchrotron.
- Systèmes cycliques (accélérateurs et anneaux de stockage). Conditions de stabilité des systèmes cycliques. Fonctions de Mathieu; calculs des fréquences d'oscillations betatrons et des enveloppes des trajectoires. Applications à des accélérateurs et anneaux de stockage.
- L'espace de phase et le théorème de Liouville. Etude de divers phénomènes à l'aide de l'espace de phase; amplification et amortissement des oscillations betatrons: effet du vide, du rayonnement synchrotron, refroidissement stochastique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : --

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique générale

Préparation pour :

Titre : DETECTION DES PARTICULES						
Enseignant : Jean-François LOUDE, professeur associé, UNIL						
Heures total : 15	*Par semaine : cours* 1	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Ing.-physiciens	7e.	☐	☐	☒	☒	☐
Fac.(dipl.phys.nucl)	7e.	☒	☐	☐	☒	☐
Fac.(cert.phys.nucl)	-	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude approfondie du fonctionnement des détecteurs de particules chargées émises par les noyaux radioactifs et les accélérateurs.

CONTENU

Bref rappel sur l'interaction des particules chargées avec la matière. Etude des détecteurs de particules "électroniques": chambres d'ionisation et compteurs proportionnels à gaz, compteurs Geiger-Müller, détecteurs semi-conducteurs, détecteurs à scintillations, compteurs Tchérenkov, etc. Relations entre les paramètres de la particule incidente et le signal délivré par le détecteur. Propriétés spectrométriques et temporelles des détecteurs. Schéma électrique équivalent des détecteurs. Polarisation et couplage des détecteurs au dispositif électronique. Le bruit dans les mesures physiques: sources de bruit, amplificateurs bruyants, filtrage. Application aux mesures d'énergie avec les détecteurs de particules et aux signaux lentement variables. Mesure des intervalles de temps courts (temps de vol de particules relativistes).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique nucléaire I, II; électronique I

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES NEUTRONS							
Enseignant : J. LIGOU, professeur titulaire EPFL							
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*						
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*		
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*	
Physique	Je	☐	☐	☒	☒	☐	
		☐	☐	☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	☐	☐	
		☐	☐	☐	☐	☐	

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 la matière.

CONTENU

1. RAPPELS DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
   - Historique : Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission
2. FISSION NUCLEAIRE
   - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique
   - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications
3. DIFFUSION DES NEUTRONS
   - Neutrons monocinétiques : faisceaux collimatés et collisions multiples
   - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques
4. MILIEUX MULTIPLICATEURS (REACTEURS)
   - Facteurs de multiplification - Condition critique dans des cas simples
   - Réacteurs thermiques - Spectres - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale.
5. CINETIQUE DES REACTEURS
   - Modèle ponctuel : divergence prompte et différée.
   - Applications pratiques - Cinétique spatiale.
6. THEORIE DU TRANSPORT
   - Equation intégrodifférentielle et Equation intégrale
   - Ralentissement des neutrons en milieu homogène et hétérogène - Effet Doppler

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

DOCUMENTATION : J. Ligou "Installations Nucléaires", Presses Polytechniques Romandes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	ASPECTS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION D'ENERGIE					
Enseignant :	HALDI Pierre-André , chargé de cours EPFL					
Heures total :	30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques* -		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
...Physique.....	.8e..	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours s'adresse à des étudiants ingénieurs-physiciens; il se propose de donner une vue générale et globale des aspects technologiques de la production d'énergie, après avoir situé le problème dans son contexte socio-économique. Sur le plan technologique l'accent sera plus particulièrement mis sur la physique des réacteurs nucléaires (fission et fusion).

CONTENU

A. Définitions et unités
   Unités (définitions, conversion, équivalence, préfixes) / Types d'énergie (primaire, utile, intermédiaire, brute, nette)
B. Socio-économie de l'énergie
   Situation de la question / Croissance démographique et évolution de la consommation d'énergie / Transformation et flux d'énergie / Perspective, réserves et ressources
C. Rappels de physique de l'énergie
   Thermodynamique / Rendement / Exergie
D. Energies non nucléaires
   Combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) / Hydroélectricité / Energie solaire / Autres (géothermie, énergie des mers, énergie éolienne, bioconversion) / Formes intermédiaires (hydrogène, méthanol) / Conversions directes (piles à combustibles, magnétohydrodynamique)
E. Energie de fission
   Physique des réacteurs de fission (milieux multiplicateurs de neutrons, cinétique des réacteurs) / Centrales nucléaires (conception, contrôle, principales filières) / Cycle du combustible
F. Energie de fusion
   Bilans d'énergie / Confinement magnétique / Confinement inertiel / Technologie des réacteurs de fusion

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra

DOCUMENTATION : polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Il est recommandé d'avoir suivi le cours de "Physique des neutrons"
Préparation pour : diplôme

Titre :	PHYSIQUE DE LA MICROANALYSE ET MICROSCOPIE ELECTRONIQUE I
Enseignant :	MARTIN Jean-Luc, professeur EPFL
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Matériaux	7e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physiciens	7e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
Microtechnique	7e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Connaître et savoir utiliser les principales méthodes de diffraction et de microanalyse qui mettent en jeu divers rayonnements incidents et qui sont employées à la caractérisaton microscopique des matériaux. Comprendre l'origine des diagrammes de diffraction, des images, le principe des mesures quantitatives des teneurs en divers éléments. Découvrir les interactions entre mécanique quantique et cristallographie.

CONTENU

1) Introduction : Nature physique de la diffusion par un solide de divers rayonnements : lumière, photons X, électrons, ions, neutrons. Diffusion élastique, inélastique, pertes d'énergie, émission secondaire, émission X, Effet Auger, formation d'une image.

2) Rayons X : Figures de diffraction, méthodes topographiques.

3) Electrons : Microscopie électronique à transmission, à balayage, à balayage transmission, microanalyse X et microsonde, microanalyse par pertes d'énergie des électrons, sonde Auger.

4) Ions et neutrons : Microanalyseur ionique, diffraction des neutrons.

On comparera les avantages et limitations de chaque méthode pour des problèmes spécifiques d'identification de microstucture (alliages métalliques, semiconducteurs, céramiques, ...)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices et démonstrations concernant des problèmes concrets abordés dans l'Ecole.

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Préalable requis : mécanique quantique, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.

Préparation pour : Préparation pour les cours suivants : - Physique de la microanalyse et microscopie électronique II; - Analyse des surfaces.

Titre :	PHYSIQUE DE LA MICROANALYSE ET MICROSCOPIE ELECTRONIQUE II
Enseignant :	GOTTHARDT Rolf, chargé de cours EPFL
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physiciens	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître un microscope électronique (fonctionnement et construction), savoir interpréter quelques contrastes (théorie), connaître les méthodes d'observation en microscopie électronique.

CONTENU

1. Introduction générale et problèmes techniques.

2. Microscope électronique à balayage : description et applications.

3. Microscope électronique à transmission, description et utilisation.

4. La théorie cinématique.
   Interprétation des figures de contrastes des cristaux parfaits et imparfaits (contrastes des défauts cristallins, p.e. les dislocations et les précipités).

5. La théorie dynamique (introduction, interprétation des figures de contrastes des petits amas de défauts cristallins).

6. Techniques modernes de la microscopie électronique (haute résolution, microdiffraction, diffraction convergente, EBIC, ...).

7. Dans le cadre des exercices, utilisation d'un microscope électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :Ex cathedra et exercices

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées, ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Il est recommandé d'avoir suivi le cours de "Physique de la microanalyse et microscopie électronique I".
Préparation pour :

Titre : FUSION CONTROLEE						
Enseignant : Ferdinand HOFMANN, Chargé de cours						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir une vue globale des problèmes physiques et technologiques de la fusion thermonucléaire contrôlée.

CONTENU

1. Energie : ressources et consommation d'énergie mondiale.

2. Principes de la fusion contrôlée : physique nucléaire, types de confinement, chauffage du plasma, bilan d'énergie

3. Confinement gravitationel : équilibre hydrostatique, équilibre thermique, transport d'énergie, réactions thermonucléaires.

4. Confinement inertiel : temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible, ignition, phénomènes physiques.

5. Confinement magnétique : principe du confinement magnétique (points de vue microscopique et macroscopique), configurations ouvertes (équilibre cylindrique, calcul de stabilité, theta-pinch, miroirs), configurations fermées (équilibre torique, tokamak, stellarator).

6. Méthodes de chauffage : chauffage ohmique, faisceaux neutres, ondes électromagnétiques

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

DOCUMENTATION : feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique des plasmas I et II
Préparation pour : --

Titre : TECHNIQUES SPECIALES EN PHYSIQUE DES PLASMAS						
Enseignant : A. HEYM, chargé de cours						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les paramètres des plasmas thermonucléaires sont difficiles à saisir car aucun appareil ne saurait être plongé dans ces plasmas sans en changer profondément les caractéristiques. Cette situation a mené au développement de méthodes de mesures propres à la physique des plasmas que le cours de "Techniques spéciales en physique des plasmas" décrit,de même que les phénomènes sur lesquels elles sont basées. Ce cours s'adresse aux expérimentateurs option plasma. L'étudiant qui a déjà suivi un enseignement en physique du plasma y trouve l'occasion de faire la jonction entre les notions théoriques qu'il a déjà assimilées et la réalité telle qu'il la rencontre au laboratoire.

CONTENU

Le cours comporte deux parties. La première étudie le spectre d'émission du plasma qui s'étend des rayons X durs jusqu'aux ondes radioélectriques. Dans chaque domaine de longueurs d'ondes on analyse l'évolution de l'émissivité en fonction des paramètres du plasmas et les méthodes de mesures qui en découlent. La deuxième partie du cours décrit les méthodes de diagnostics actives, c'est-à-dire celles dans lesquelles on irradie le plasma avec un rayonnement et l'on déduit ses paramètres grâce à l'étude de ses propriétés de diffusion, de réfraction, de réflexion ou d'absorption.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Une liste d'ouvrages traitant des sujets touchés ainsi que des références à des articles de revues récents est fournie aux étudiants

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Ce cours complète le cycle d'étude formé par les cours de Physique
Préparation pour : des plasmas I à IV et le cours de Fusion contrôlée.

Titre : PHYSIQUE DU LASER						
Enseignant : P. SCHWENDIMANN, privat-docent						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e					
.....	.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner une vue de la physique du laser et des phénomènes relatifs.

Comprendre les propriétés du rayonnement laser sur la base de la mécanique quantique et de la théorie de Maxwell.

CONTENU

1. Introduction

   Propriétés du rayonnement laser. Cavité et milieu actif. Réalisations pratiques : laser à gaz, à rubis, à colorant, à semiconducteur. Revue des applications.

2. Interaction atome-champ

   Rappel de théorie de perturbation. Système à deux niveaux. Absorption et émission stimulée. Calcul des coefficients d'Einstein. Emission spontanée et rayonnement noir. Désintégration d'états atomiques. Solution de Rabi. Elargissement par saturation. Système à deux niveaux. Matrice de densité.

3. Théorie semi-classique du laser

   Equations "selfconsistent" du champ électro-magnétique. Polarisation électrique non-linéaire du milieu actif. Matrice de population et "hole burning". Gain saturable et condition de seuil. Dynamique du laser.

4. Discussion de différents types de laser

   Laser à solide (Rubis, Neodyme, F-center), Laser à gaz (Argon, He-Ne, CO_2), Laser à colorant. Laser pulsé (Spiking, Q-Switching, Mode-locking).

5. Théorie quantique du rayonnement

   Quantification du champ. Interaction atome-rayonnement. Etats cohérents. "Rabi flipping" quantique et semi-classique. Matrice de densité du champ. Amortissement du champ par réservoir atomique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : Le cours suivra principalement des chapitres choisis du fameux livre "Laser Physics" de Sargent, Scully et Lamb (édition livre de poche chez Addison-Wesley, 1974). Distribution de feuilles polycopiées contenant les résumés des formules et figures montrées pendant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Connaissances élémentaires en Mécanique quantique, Physique statistique et Electromagnétisme.

Titre : PHYSIQUE DES TRANSDUCTEURS SOLIDES						
Enseignant : P. SCHWENDIMANN, privat-docent						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre les propriétés d'un transducteur sur la base de modèles physiques qui utilisent la théorie de Maxwell, la théorie d'élasticité, la théorie quantique et la théorie électronique des solides. Se familiariser avec l'application de la physique théorique aux dispositifs solides. Obtenir une impression du travail du physicien dans un laboratoire de recherche de l'industrie.

CONTENU

1. Introduction et motivation
   1.1. Revue des grandeurs physiques à convertir. Matrice des transducteurs.
   1.2. Revue des applications. Rôle du transducteur dans les dispositifs microtechniques et microélectroniques.

2. Transducteurs magnétiques
   2.1. Rappel des effets sensibles aux champs magnétiques.
   2.2. Exemple approfondi : magnétodiode. Equation de mouvement pour les électrons et trous en présence d'un champ magnétique.
   Réalisation : diode p-i-n de silicium sur saphire (SOS).

3. Transducteurs photoélectriques
   3.1. Interaction matière-rayonnement. Matériaux et dispositifs typiques.
   3.2. Exemple approfondi: photo-diode à silicium et radiomètre absolu.

4. Transducteurs piézoélectriques
   4.1. Effet piézoélectrique. Matériaux piézoélectriques.
   Equations d'état et équations de mouvement d'un solide piézocéramique.
   4.2. Exemple approfondi: Calcul de vibrations d'une couche piézocéramique avec électrodes. Comparaison avec l'expérience : détection des vibrations de surface par interférométrie hétérodyne. Application : capteur de vélocité dans un compteur de chaleur.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION : Distribution de feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Connaissances élémentaires en physique des solides, électromagnétisme, thermodynamique et physique quantique.
Préparation pour :

Titre :	CONSERVATION DE L'ENERGIE ET HELIOTECHNIQUE I					
Enseignant :	Jean Bernard GAY, chargé de cours EPFL					
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	7. ème	☐	☐	☒	☒	☐
Architecture....	7. ème	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours doit permettre aux étudiants d'être à même d'effectuer le bilan thermique détaillé d'un bâtiment, de projeter des systèmes héliotechniques simples, d'en contrôler l'efficacité par le calcul, d'évaluer et de choisir la meilleure solution.

CONTENU

Les principaux chapitres traités sont les suivants :

- Evaluation des besoins d'un bâtiment
- Mesures de conservation
- Caractéristiques physiques du rayonnement solaire
- Captage actif de l'énergie solaire
- Captage passif de l'énergie solaire
- Stockage de l'énergie
- Restitution de la chaleur
- Méthodes simplifiées de calcul
- Aspects économiques
- Amélioration de constructions existantes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra illustré par un grand nombre d'exercices pratiques

DOCUMENTATION : Polycopié "Héliotechnique" par J.-B.Gay et A.Faist

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : TP IV et diplôme en énergie solaire

Titre :	CONSERVATION DE L'ENERGIE ET HELIOTECHNIQUE II					
Enseignant :	Jean-Bernard GAY, chargé de cours EPFL					
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Architecture	8e	☐	☐	☒	☐	☒
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

suite du cours I

CONTENU

- Mesures de rayonnement et méthodes de calcul
- Luminescence et rayonnement
- Bilan thermique et bilan radiatif
- Sélectivité et surfaces sélectives
- Echanges radiatifs et facteur de forme
- Modèles de simulations fines
- Bilan thermique dynamique d'une construction
- Echanges hygrothermiques
- Bilan thermique d'une serre
- Concentration optique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours I (7e semestre)
Préparation pour : TPIV et diplôme en énergie solaire

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE I						
Enseignant : Franz-Karl REINHART, professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires au contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Propagation de la lumière : Rappel d'électrodynamique. Réflexion et réfraction. Optique géométrique. Propagation dans les milieux stratifiés. Faisceaux optiques. Ondes stationnaires. Ondes optiques guidées.

2. Diffraction : Principes d'Huygens et de Kirchhoff. Diffusion. Réseaux. Principe de Bragg. Problèmes choisis (interféromètres, microscope, télescope).

3. Optique des cristaux : Axes optiques principaux. Activité optique. Symétrie optique des cristaux. Propagation des ondes dans les cristaux. Réfraction double. Prismes de Nicole et de Glan-Thompson. Compensateurs optiques. Applications.

4. Dispersion : Eléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Relations de Kramers-Kronig.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE II						
Enseignant : Franz-Karl REINHART, professeur EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	8	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Optique non-linéaire :

Origine de la polarisation nonlinéaire. Les éffets de Pockels, Kerr et Faraday. Modulation optique. Doubleur optique. Interactions paramétriques.

2. Optique des milieux et sources en mouvement :

Effet de Doppler. Expérience de Fizeau. Effet de Sagnac. Applications.

3. Laser :

Coéfficients d'Einstein. Gain optique. Le laser à semiconducteurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ENERGETIQUE DU BATIMENT I						
Enseignant : C.-A. ROULET, chargé de cours EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Génie civil	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux	7	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir les bases nécessaires pour résoudre les problèmes concernant la gestion de l'énergie dans le bâtiment neuf et existant.

CONTENU

- Rappels théoriques
- Météorologie (Notions)
- Thermique du bâtiment
- Installations techniques
- Acoustique
- Eclairage
- Confort thermique
- Energétique globale du bâtiment
- Méthodes de diagnostic

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec démonstrations et rétro-projection

DOCUMENTATION : Polycopié "Energétique du Bâtiment"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique générale, Mathématique
Préparation pour : Energétique du bâtiment II

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE						
Enseignant : H. MATZINGER, professeur						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	5e ou 7e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction au calcul des variations.

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE						
Enseignant : H. MATZINGER, professeur						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	6e ou 8e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction au calcul des variations.

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	5,7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique	5,7	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter des méthodes numériques pour la résolution de quelques équations aux dérivées partielles.

CONTENU

Méthodes des différences finies: notion de stabilité et de consistance. Applications aux équations elliptiques, paraboliques et hyperboliques.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et IV. Algèbre linéaire I et II. Analyse numérique I et II.

Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant : Jean DESCLOUX, professeur						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	6,8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique	6,8	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter des méthodes numériques pour la résolution de quelques équations aux dérivées partielles.

CONTENU

Méthode des éléments finis. Applications aux équations elliptiques.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et IV. Algèbre linéaire I et II. Analyse numérique.
Préparation pour :

Titre : EQUATIONS DIFFERENTIELLES						
Enseignant : Charles STUART						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	5e ou 7e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner une introduction aux notions et méthodes de la théorie des équations aux dérivées partielles. Approfondir ces méthodes pour quelques équations particulières.

CONTENU

Cadre:
Equations linéaires et non-linéaires de la physique mathématique;
Equations de premier et de deuxième ordre.

Généralités:
Classification des équations; problèmes bien posés; caractéristiques.

Propriétés des solutions:
Intervalles d'existence; principes de maximum; comportement asymptotique; régularité.

Représentation des solutions:
Solutions fondamentales;
Fonctions de Green;
Méthode de Riemann;
Formule de Kirchhoff.

Outils:
Fonctions spéciales, transformations intégrales, intégrales du type de potentiel.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : 1er cycle
Préparation pour :

Titre : EQUATIONS DIFFERENTIELLES						
Enseignant : Charles STUART						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	6e ou 8e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner une introduction aux notions et méthodes de la théorie des équations aux dérivées partielles. Approfondir ces méthodes pour quelques équations particulières.

CONTENU

Cadre:
Equations linéaires et non-linéaires de la physique mathématique;
Equations de premier et de deuxième ordre.

Généralités:
Classification des équations; problèmes bien posés; caractéristiques.

Propriétés des solutions:
Intervalles d'existence; principes de maximum; comportement asymptotique; régularité.

Représentation des solutions:
Solutions fondamentales;
Fonctions de Green;
Méthode de Riemann;
Formule de Kirchhoff.

Outils:
Fonctions spéciales, transformations intégrales, intégrales du type de potentiel.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : 1er cycle
Préparation pour :

Titre : PROBABILITES						
Enseignant : R. CAIROLI, professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	5e ou 7e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

INTENTIONS DE L'ENSEIGNANT - présenter lignes du développement de la théorie des probabilités.
OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT - se familiariser avec les outils utilisés couramment en probabilité.

CONTENU

Espaces de probabilités, variables aléatoires, répartitions, moments, fonction génératrice, lois particulières, conditionnement, indépendance, convergence de lois, lois des grands nombres, loi du logarithme itéré, théorème de la limite centrale, introduction aux processus stochastiques, le processus de Poisson, le processus de Wiener.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, exercices en classe

DOCUMENTATION : feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Intégration, Statistique.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PROBABILITES						
Enseignant : R. CAIROLI, professeur EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Mathématiques	6e ou 8e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté		☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

INTENTIONS DE L'ENSEIGNANT - présenter lignes du développement de la théorie des probabilités.
OBJECTIFS POUR L'ETUDIANT - se familiariser avec les outils utilisés couramment en probabilité.

CONTENU

Espaces de probabilités, variables aléatoires, répartitions, moments, fonction génératrice, lois particulières, conditionnement, indépendance, convergence de lois, lois des grands nombres, loi du logarithme itéré, théorème de la limite centrale, introduction aux processus stochastiques, le processus de Poisson, le processus de Wiener.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, exercices en classe

DOCUMENTATION : feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Intégration, Statistique.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX ET IMAGES I						
Enseignant : Murat KUNT, Professeur EPFL						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*		*Pratiques*		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Physiciens	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Informaticiens	5e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux, telles que l'analyse spectrale, le filtrage et les transformations rapides dans le cas des signaux réels.

CONTENU

Introduction : Signaux numériques. Transformée de Fourier des signaux numériques. Corrélation numérique. Systèmes numériques. Systèmes numériques linéaires. Convolution numérique. Echantillonnage et reconstitution des signaux analogiques.

La transformée en z : Transformation en z directe et inverse. Principales propriétés. Relations avec les transformations de Fourier et de Laplace. Représentation des signaux par leurs pôles et leurs zéros. Fonction de transfert. Applications aux systèmes numériques.

La transformation de Fourier discrète : Transformation directe et inverse. Principales propriétés. Corrélation et convolution sectionnées. Transformée des signaux numériques à durée illimitée. Fonctions fenêtres. Approximation de la transformation intégrale de Fourier.

Transformations unitaires rapides : Synthèse de matrices à éléments redondants. Propriétés. Transformations particulières. Transformation de Fourier rapide. Algorithme spécialisé. Applications.

Filtres et filtrages numériques : Principes généraux. Filtres à réponse impulsionnelle de durée finie et infinie. Principales méthodes de synthèse. Systèmes et signaux numériques à phase minimum.

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

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'électricité.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour : projets de semestre, projets de diplôme et thèses de doctorat.

Titre : TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX ET IMAGES II						
Enseignant : Murat KUNT, Professeur EPFL						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens.....	8e...	☐	☐	☒	☒	☐
Physiciens.....	8e...	☐	☐	☒	☒	☐
Informaticiens...	6e...	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de mettre en oeuvre les principales méthodes de traitement numérique d'images pour résoudre des problèmes pratiques.

CONTENU

Introduction

Signaux bidimensionnels : Signaux élémentaires. Transformation de Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Discrétisation. Corrélation bidimensionnelle.

Systèmes bidimensionnels : Définitions. Propriétés. Filtrage numérique. Transformation en z bidimensionnelle. Fonction de transfert.

Perception visuelle et propriétés de l'oeil : Mécanisme de la perception. Sensibilité spectrale. Perception des luminances. Phénomènes de Mach.

Numérisation des signaux bidimensionnels : Echantillonnage. Recouvrement. Quantification de la luminance.

Principales applications : Réduction de redondance. Restauration. Rehaussement. Reconnaissance de formes. Description.

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

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour : projets de semestre, projets de diplôme et thèses de doctorat.

Titre : SYSTEMES LOGIQUES (18) (105)						
Enseignant : Daniel MANGE, professeur EPFL/DE						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques* 2			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Electriciens	5e	[x]	[ ]	[ ]	[ ]	[x]
Mathématiciens	7e	[ ]	[ ]	[x]	[x]	[ ]
Informaticiens	3e	[x]	[ ]	[ ]	[ ]	[x]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES. Définition des modèles logiques; variable logique; fonctions logiques d'une et plusieurs variables (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, Majorité, fonction universelle); modes de représentation des fonctions logiques; algèbre logique (algèbre de Boole).
2. SIMPLIFICATION DES SYSTEMES COMBINATOIRES. Réalisation des systèmes combinatoires (multiplexeur, démultiplexeur) et hypothèses relatives à la simplification; simplification par la méthode de la table de Karnaugh; utilisation des portes "OU-exclusif"; systèmes itératifs.
3. BASCULES BISTABLES. Notion de système séquentiel; élément de mémoire, définition et modèles des bascules; analyse détaillée d'un cas particulier: la bascule D; modes de représentation des divers types de bascules (bascule JK, diviseur de fréquence).
4. COMPTEURS. Définition, représentation par un chronogramme, un graphe ou une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONES. Définition, analyse, représentation par un graphe et une table d'états. Applications: compteur réversible, registre à décalage. Méthode générale de synthèse: élaboration de la table d'états, réduction et codage des états, réalisation du système combinatoire. Codage minimal et codage 1 parmi M. Réalisation avec portes NAND, multiplexeurs ou démultiplexeurs. Applications: discriminateur du sens de rotation, détecteur de séquence, serrure électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du Traité d'Electricité: "Analyse et synthèse des systèmes logiques" (D. Mange). "Travaux pratiques de systèmes logiques", manuel d'utilisation des logidules (D. Mange, A. Stauffer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : néant

Préparation pour : systèmes microprogrammés

(Edition 1985-1986)

Titre : SYSTEMES MICROPROGRAMMES (19) (106)						
Enseignant : Daniel MANGE, professeur EPFL/DE - Eduardo SANCHEZ, chargé de cours EPFL/DE						
Heures total : 40 (60)**	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* (2)**	*Pratiques* 2			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Electriciens**	..6e.	☐	☐	☒	☒	☐
.Mathématiciens	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.Microtechniciens	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.Informaticiens	..4e.*	☒	☐	☐	☐	☒

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux avec mémoires, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage, la programmation et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. MEMOIRES. Définition et conception des mémoires vives par assemblage de démultiplexeurs, éléments de mémoire et multiplexeurs. Réalisation des multiplexeurs par passeurs à 3 états. Introduction des bus.
2. ARBRES ET ALGORITHMES DE DECISION BINAIRE. Définition, analyse et synthèse des arbres de décision binaire. Transformation des arbres en algorithmes. Réalisation de ces algorithmes par des réseaux de démultiplexeurs (système logique câblé) ou par une machine de décision binaire (système programmé) à deux types d'instruction: test (IF... THEN... ELSE...) et affectation (DO...).
3. SOUS-PROGRAMME. Réalisation programmée de compteurs et mise en évidence d'un sous-programme. Réalisation d'un sous-programme unique ou de sous-programmes imbriqués par une machine de décision binaire à pile (stack) exécutant quatre types d'instructions: test, affectation, appel d'un sous-programme (CALL...) et retour d'un sous-programme (RET). Application: horloge électronique simple.
4. PROGRAMMES INCREMENTES. Adressage des instructions avec incrémentation. Réalisation des programmes incrémentés par une machine à pile avec compteur de programme, décomposée en un séquenceur et une mémoire.
5. PROGRAMMATION STRUCTUREE. Définition des quatre constructions de la programmation structurée: affectation, séquence, test et itération. Conception descendante d'un programme. Application au cas de l'algorithme horloger.
6. MIGRATION LOGICIEL-MATERIEL. Décomposition des processeurs en une unité de traitement (système câblé) et une unité de commande (système microprogrammé). Migration du logiciel (modules du microprogramme) vers le matériel (composants de l'unité de traitement). Application: horloge digitale complexe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : "Systèmes logiques programmés" (D. Mange, E. Sanchez, A. Stauffer);
"Travaux pratiques de systèmes microprogrammés" (D. Mange)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Systèmes logiques
Préparation pour : Laboratoire de systèmes digitaux (à option)
Conception des processeurs (à option)

(Edition 1986)

Titre : MICROELECTRONIQUE I : DISPOSITIFS						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/DE						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
. Microtechnique	5	X			X	
. Electricité	5			X	X	
. Physique	7			X	X	

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement interne des composants semiconducteurs utilisés en microélectronique.

CONTENU

1. Propriétés électroniques du Silicium : structure des bandes, statistique des porteurs libres, mobilité, durée de vie et longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.

2. Diode à jonction : jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristique I-V idéale. Génération-recombinaison dans la zone de déplétion. Caractéristique à courant élevé. Capacité de jonction. Modèle en régime statique et dynamique.

3. Contact métal-semiconducteur : barrière de potentiel interne. Rôle des états de surface. Capacité de jonction. Caractéristiques courant-tension. Contact ohmique.

4. Transistor bipolaire à jonction : modes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon. Réalisation technologique.

5. Transistor à effet de champ à jonction : principe des structures JFET et MESFET. Caractéristiques statiques.

6. Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS : diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension.

7. Transistor MOS : régimes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles en faible et forte inversion. Cellules mémoires. Réalisation technologique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, volume 7 et notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours d'introduction en Electronique et Physique des Matériaux
Préparation pour : Microélectronique II, Conception de circuits I, II, Optoélectronique, laboratoire et projets

Titre : MICROELECTRONIQUE II : TECHNOLOGIE						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/DE						
Heures total : 20	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
.Microtechnique..	..6..	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.Electricité.....	..6..	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
.Physique.....	..8..	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
.....	.....	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Présenter les méthodes de fabrication des semiconducteurs et circuits intégrés.
Préparer au laboratoire et projets en microélectronique.

CONTENU

1. Structures cristallines.
2. Synthèse de monocristaux et épitaxie : méthode Czochralski et zone flottante, épitaxie phase gazeuse, pyrolyse.
3. Oxydation et couches diélectriques : cinétique du processus d'oxydation, caractéristiques d'interface, dépôt d'oxydes et nitrures à basse température.
4. Dopage : rôle des différentes impuretés, solubilité, coefficient de distribution, caractérisation électrique.
5. Diffusion : modèle atomistique, formalisme, coefficient de diffusion, diffusion et oxydation simultanées, techniques expérimentales, évaluation des couches.
6. Implantation ionique : profils, effets de canalisation, masques.
7. Métallisation : méthodes d'évaporation et de dépôt, chimie de l'interface, contacts électriques, soudure et connexions.
8. Lithographie : principes, fabrication de masques, méthodes d'exposition, techniques de gravure.
9. Méthodes de layout : concepts principaux en technologie bipolaire et MOS, exemples de structures transistor, méthodes d'isolation, réalisation d'éléments passifs.
10. Méthodes de caractérisation : méthodes électriques et optiques, microscopie et microanalyse de surface.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microélectronique I
Préparation pour : Conception de circuits I,II, laboratoire et projets

Titre : ELECTRONIQUE III						
Enseignant : R. DESSOULAVY, professeur EPFL						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 1 *Pratiques* -					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Intentions de l'enseignant : Compléter la formation de base des cours "Electronique I et II" en poursuivant l'étude de circuits particuliers et en abordant celle de systèmes plus complexes, notamment de structures intégrées.
Objectifs pour l'étudiant : Acquérir une maîtrise plus complète des circuits électroniques, se familiariser avec le fonctionnement de circuits intégrés et avec leurs applications.

CONTENU

Première partie : *Circuits électroniques particuliers*
Amplificateur de puissance, classe A, B et C
Modulation et démodulation AM et FM
Amplificateurs sélectifs HF à circuits accordés et BF à filtres actifs

Deuxième partie : *Systèmes et structures intégrés*
Emission et réception stéréo
Analyse du schéma de récepteurs
Conversion DA et AD
Généralités sur les circuits intégrés linéaires
Oscillateur commandé en tension (VCO)
Boucle asservie en phase (PLL)
Multiplicateur intégré
Mémoires à semiconducteurs
Stabilisateurs de tension intégrés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :
Exposé et discussions sur la base de notices techniques des fabricants, de schémas et de quelques fascicules polycopiés. L'étudiant est familiarisé avec le genre de documentation à disposition par la suite dans la vie pratique.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, extraits de notices techniques des fabricants, Traité d'Electricité, Vol. VIII.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis: Cours ELECTRONIQUE I et II
Préparation pour:

Titre : TRANSFORMATIONS DE PHASE I						
Enseignant : Wilfried KURZ, Professeur,						
Heures total : 45	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique.....	7è.....	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	5è.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Les étudiants seront capables :

. de raisonner sur les variables influençant les diagrammes d'équilibre
. de calculer approximativement un diagramme
. d'utiliser les concepts de la diffusion au niveau microscopique

CONTENU

THERMODYNAMIQUE DES SOLUTIONS : Définitions . Grandeur partielles . Solution idéale. Solutions réelles . Concept statistique de l'entropie . Modèle quasi-chimique de solutions . Equilibres hétérogènes . Allotropie.

DIAGRAMME D'EQUILIBRE : Diagrammes enthalpie libre - composition - température . Calcul par ordinateur des diagrammes d'équilibre . Règle de phase . Influence de la pression . Activité et diagrammes - couple de diffusion . Solubilité et stabilité resp. courbure des phases . Diagrammes ternaires.

DIFFUSION : Mécanismes élémentaires de diffusion . Concentration d'équilibre de lacunes . Diffusion dans les alliages . Quelques solutions de l'équation de Fick.

INTERFACES : Joints de grains . Interfaces entre deux phases. Mobilité des interfaces.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Lecture de la documentation, exercices

DOCUMENTATION : Porter-Easterling : Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, 1981, chapitres I-III

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : TRANSFORMATIONS DE PHASE II						
Enseignant : Wilfried KURZ, Professeur						
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices*	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens.....	7è.....	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	7è.....	☒	☐	☐	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de raisonner sur les phénomènes physiques intervenant lors de la solidification. Ils pourront en particulier quantifier des relations entre condition de solidification et composition d'une part et microstructure obtenues d'autre part.

CONTENU

GERMINATION : Germination homogène . Germination hétérogène . Vitesse de germination

L'INTERFACE-SOLIDE-LIQUIDE : Structure de l'interface solide-liquide . Morphologie des cristaux.

STABILITE MORPHOLOGIQUE DE L'INTERFACE SOLIDE-LIQUIDE : Surfusion constitutionnelle . Analyse de perturbation.

CROISSANCE DENDRITIQUE : Lois de croissance . Morphologie et conditions de solidification . Espacement primaire et secondaire.

CROISSANCE EUTECTIQUE : Les interfaces eutectiques . Germination . Lois de croissance . Stabilité de l'interface eutectique . Zone de croissance couplée

TRANSFERT DE MASSE A L'INTERFACE SOLIDE-LIQUIDE : Coefficients de partage . Distribution du soluté en avant de l'interface . Ségrégation . Précipitation interdendritique . Fusion de zone.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Lecture et discussion de la documentation, exercices

DOCUMENTATION : Kurz-Fisher : Fundamentals of Solidification, Trans. Tech. 1984

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : HELIOTECHNIQUE	
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur	
Heures total : 30	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mécanique		☐	☐	☐	☐	☐
-Orient. TH	7	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens	7	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre en mesure de faire des projets d'application ou de participer au développement de solutions nouvelles dans le domaine de l'énergie solaire thermique. Incorporer l'automatique dans la conception d'installation.

CONTENU

1. Le rayonnement solaire

   Le soleil - coordonnées solaires - équation du temps - transfert à travers l'atmosphère - données météorologiques - modèles statistiques - rayonnement sur une surface d'orientation quelconque.

2. Le capteur solaire

   Généralités - caractéristiques du capteur - particularités des capteurs à concentration fixes et avec guidage automatique - solar pond.

3. Stockage de la chaleur

   Principes du stockage - fonctionnement d'accumulateurs - interaction du capteur et de l'accumulateur - gestion optimale.

4. Dimensionnement d'installation solaire

   Détermination technique et économique de la surface des capteurs - dimensionnement de l'accumulateur.

5. Applications de l'énergie solaire

   Eau chaude et chauffage - réfrigération - dessalement - machines thermiques - - autres applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours avec exemples d'application.

DOCUMENTATION : feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Transfert de chaleur et de masse. Thermodynamique, Réglage automatique, statistique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ENERGETIQUE DU BATIMENT

Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur

Heures total : 30 | *Par semaine : cours* 3 *Exercices* *Pratiques*

Destinataires et contrôle des études :

Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mécanique		☐	☐	☐	☐	☐
orientation TH	8	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens	8	☐	☐	☒	☒	☐
		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Etre capable de faire des projets d'application et de participer au développement de solutions nouvelles dans le domaine du chauffage et de la climatisation en ayant pour but l'économie d'énergie, l'utilisation de l'énergie solaire et l'incorporation de l'automatique dans la conception et la gestion des installations.

CONTENU

1. Introduction

Energie utilisée dans les bâtiments. Coût de construction et frais d'exploitation. Principes généraux d'économie d'énergie. Pollution. Charges et besoins: distribution classée, simultanéité, atténuation et déphasage, stockage.

2. Conditions de confort de l'homme

Qualité de l'air, nuisances: poussières, radon, formaldéhydes, ionisation, gaz toxiques ou gênants. Filtration. Humidité. Métabolisme du corps humain, bilan thermique, équation du confort, importances relatives des paramètres du confort.

3. Calcul des charges

Influence de la forme, de l'exposition et du mode d'utilisation du bâtiment. Charges climatiques, rayonnement. Transferts combinés. Inertie. Actions instantanées et actions retardées. Ventilation. Récupération sur l'air extrait. Valeurs intégrées des charges. Degrés-jours, énergie solaire surfacique.

4. Traitement de l'air

Cycles d'hiver et d'été. Centrale de traitement: chauffage, réfrigération, humidification, déshumidification. Etude d'une cellule élémentaire. Mouvement de l'air, déplacement, brassage, étude du jet. Essais sur modèle. Similitude.

5. Système de chauffage et de climatisation

Fluides chauffants: air, eau, vapeur. Corps de chauffe. Eléments incorporés dans la construction: sol, plafond, parois. Chaufferie. Distribution. Climatisation. Systèmes: tout air, tout eau, air et eau. Haute et basse pression. Débit air constant ou variable. Monogaine ou double gaine. Exemples d'équipement d'immeuble.

6. Régulation

Introduction. Dynamique du bâtiment, milieu réglé. Type de parois: mince, finie, infinie. Réponses indicielles. Eléments de la boucle de régulation: sondes, régulateur, vannes. Canalisation avec inertie des parois. Boucle entière, stabilité, réponse. Utilisation de microprocesseurs. Centralisation, individualisation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :- Cours avec exemples d'application. Projet personnel ou en groupe de 2, théorique ou pratique, en option.

DOCUMENTATION : - Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : - Transfert de chaleur et de masse, Thermodynamique, Réglage automatique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CRISTALLOGRAPHIE II, CHIMIE SPECIALE						
Enseignant : Dieter SCHWARZENBACH, professeur UNIL						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Matériaux	4e	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physiciens	8e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
Faculté	4e	[ ]	[ ]	[X]	[X]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Se familiariser avec quelques aspects de la cristallochimie. Comprendre les implications de la symétrie sur les propriétés macroscopiques des cristaux.

CONTENU

- Cristallochimie: Coordinences et rayons atomiques, structures compactes et interstitielles, règles de Pauling, graphiques de Mooser-Pearson, composés de valence, structures tétraédriques. Structures imparfaites et désordonnées; familles de structures en strates et désordre uni-dimensionel.

- Propriétés macroscopiques des cristaux: Description tensorielle des propriétés du cristal. La loi de Neumann, symétrie intrinsèque du tenseur et symétrie imposée par le cristal. Propriétés d'équilibre (propriétés électriques, élastiques, piézoélectriques etc., biréfringeance et optique cristalline).

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

DOCUMENTATION : feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cristallographie I (ou lecture de quelques chapitres d'un livre sur la cristallographie)
Préparation pour :

Titre : Astronomie et Astrophysique III						
Enseignant : Bernard HAUCK, professeur UNIL						
Heures total : 60	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physiciens	7ème	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	5e ou 7ème	☐	☐	☒	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude des propriétés physiques des étoiles et de la matière interstellaire, ceci permettant d'aborder l'étude des phases de la vie d'une étoile et la structure de notre galaxie

CONTENU

Classification spectrale et distribution d'énergie
Etoiles doubles, détermination des masses, rayons et densités
Rotation et champ magnétique
Etoiles variables
Amas et associations
La matière interstellaire
Les phases finales de l'évolution stellaire : naines blanches, étoiles de neutrons, trous noirs

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

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : Astronomie et Astrophysique IV						
Enseignant : Bernard HAUCK, professeur UNIL						
Heures total : 40	*Par semaine : cours* 2 *Exercices* 2 *Pratiques*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
. Physiciens	8ème ..	☐	☐	☒	☒	☐
. Faculté	6e ou 8ème	☐	☐	☒	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compréhension des diverses méthodes d'investigation nous permettant de connaître la formation, l'évolution et la structure de notre Galaxie.

CONTENU

Populations stellaires
Distribution spatiale des étoiles
Cinématique stellaire
Rotation galactique
Détermination de la structure spirale
Les régions centrales de la Galaxie
Le champ magnétique galactique
Formation et évolution de la Galaxie
Théorie de la structure spirale
Distribution de la masse

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

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES METAUX						
Enseignant : Samuel STEINEMANN, professeur UNIL						
Heures total : 45/30	*Par semaine : cours* 2	*Exercices* 1	*Pratiques*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Sections (s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	7e + 8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐
.....	.....	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compléter les notions générales en physique du solide par des chapitres choisis de physique des métaux.

CONTENU

Propriétés macroscopiques, théorie et expérience: Structures et phases, équilibre et non-équilibre, cristallogénèse, métaux non-cristallins.
Propriétés microscopiques: Excitations élémentaires, potentiel adiabatique, cohésion, magnétisme des électrons itinérants, spectroscopie électronique.

R. W. Cahn and P. Haasen, eds. : Physical metallurgy, North-Holland, 1984
A. H. Wilson, The theory of metals, Cambridge University Press, 1965
D. C. Wallace, Thermodynamics of crystals, John Wiley & Sons, 1972
N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State physics, Saunders, 1976.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, séminaires, démonstrations

DOCUMENTATION : Manuels et notes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :