ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1992-1993

ECOLE POLYTECHNIQUE
FEDERALE DE LAUSANNE

Ecublens 1015 Lausanne

Plan d'études

de la section de Physique

arrêté par le CEPF le 28 juin 1991 (modifié le 7 mai 1992)
en vertu de l'article 7, 3e alinéa de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983

valable seulement
pour l'année académique 1992/93

Chef de département		Prof. J. Buttet
Président de la commission d'enseignement		Prof. R. Fivaz
Conseillers d'études	: 1ère année	Prof. Ch. Gruber
	: 2ème année	Prof. W. Benoit
	: 3ème année	Prof. A. Baldereschi
	: 4ème année	Prof. F.K. Reinhart
	: diplômants	Prof. J. Buttet
Coordinateur HTE		Prof. Y. de Ribaupierre
Administratrice		A. Ekmark

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			5			6			
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Mathématiques:																					
Analyse I,II (en français) ou	Zwahlen	DMA	4	4		4	4														200
Analyse I,II (cours en allemand)	Semmler	DMA	4	4		4	4														200
Mathématiques (repetition)	Bachmann	DMA	<2>																		
Analyse III,IV	Chatterji	DMA							3	2		3	2								125
Algèbre linéaire I,II	Boechat	MAF	3	2		3	2														125
Probabilité et statistique I	Morgenthaler	DMA							2	1											45
Analyse numérique	Rappaz J.	DMA				2	1														30
Méthodes mathématiques de la physique I,II	Pfister	DMA							2	2		2	2								100
Géométrie II	Stuart	DMA				3	2														50
Physique générale :																					
Mécanique générale I,II	Gruber	DP	3	2		2	2														115
Physique générale I	Chatelain A.	DP				4	2														60
Atelier mécanique	Randin	DP			<2>																
Introduction à la métrologie	Schuller/Gremaud	DP	1		3																60
Physique générale II,III	Martin J.-L.	DP							4	2		4	2								150
Mécanique analytique	Wanders	PHF										4	2								60
Electronique I,II	Osseiran	DE							2		2	2		2							100
Physique TPD	Gremaud	DP									4			4							100
Physique TPA	Dimitropoulos	DP															8			8	200
Expérimentation numerique TP	Baldereschi	DP							1		1	1		1							50
Chimie:																					
Chimie appliquée	Girault/Plattner/Javet	DC	3	1																	60
Construction:																					
Construction	Ziegenhagen/Savoie	DP															4				60
Physique théorique:																					
Physique statistique I,II	Choquard	DP													2	2		2	2		100
Physique quantique I,II	Quattropani	DP													2	2		2	2		100
Physique de la matière condensee:																					
Cristallographie I	Schwarzenbach	PHF							2	2											60
Physique des matériaux solides I,II	Buttet	DP													2	2		3	2		110
Electrodynamique	Tran	DP													2	2					60
Autres domaines de la physique																					
Physique nucléaire et corpusculaire I,II	Joseph	PHF													2	1		2	1		75
Physique des plasmas	Tran	DP																2	2		40
Optique	Salathé	DMT																2	2		40
Informatique:																					
Programmation I	Petitpierre	DI	2		2																60
Enseignement non technique :																					
Instruments de travail	Divers	UHD	<2>			<2>			<2>			<2>			<2>			<2>			
HTE *	Profs divers														2			2			50
Divers:																					
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP														1			1		25
Préparation projet d'ingénieur **	Profs divers/Jinousek	DP/DGC																2			20
* Droit I,II	Haldy J.	DMT													2			2			*50*
Gestion d'entreprise I,II	Raffournier	DE													2			2			*50*
Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	PHF													2			2			*50*
Introduction aux sciences humaines	Bassand/Csillaghy + Bassand	DA													2			2			*50*
** Mesures des deformations (obligatoire pour les étudiants effectuant le projet d'ingenieur en mesure des deformations)	Jacquot	DGC																2			*20*
Totaux : Tronc commun			16	9	5	18	13		16	9	7	16	8	7	12	10	12	15	10	8	
Totaux : Par semaine				30			31			32			31			34			33		
Totaux : Par semestre				450			310			480			310			510			330		

c = cours e = exercices p = branches pratiques <> = cours facultatifs en italique = cours à option

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8			
Matière	**Enseignants**		**c**	**e**	**p**	**c**	**e**	**p**	
Projet obligatoire :									
Travaux pratiques IV selon option:	Profs divers :	DP			8			12	240
Physique expérimentale	Ansermet, Buttet, Châtelain A., Kern, Monot								
Physique théorique	Choquard, Gruber Ch., Kunz, Martin Ph., Quattropani								
Physique des semi-conducteurs	Baldereschi, Fivaz, Levy, Margaritondo								
Génie médical	Meister								
Optoélectronique	Reinhart								
Microélectronique	Ilegems								
Physique métallurgique	Benoit, Martin J.-L., Zuppiroli								
Physique des réacteurs	Ligou, Schneeberger								
Physique des plasmas	Troyon								
Centre application laser	Salathé								
Enseignement non technique :									
Instruments de travail	Divers	UHD	<2>			<2>			
Projet HTE	Profs divers	DP			2			2	50
Divers:									
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP		1			1		25
Projet d'ingénieur	Profs divers/Jirousek/Jacquot	DP/DGC			4				60
Cours à option :									
Minimum d'heures exigé			10	5		10	5		375
Groupe 1 :									
Chapitres choisis de physique statistique I+II	Kunz+Martin Ph.	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Propriétés électroniques du solide I,II	Quattropani/Baldereschi	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Phonons I,II	Choquard/Bruesch	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Electrodynamique et optique quantique	Reuse	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Physique métallurgique I+II	Schaller+Gremaud	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I+II	Martin J.-L +Gotthardt	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Investigation expérimentale de la matière condensée I,II **	vacat	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Chapitres choisis d'optique	Reinhart	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Dispositifs électroniques à semiconducteurs	Ilegems	DP	*2*	*1*					*45*
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	DP				*2*	*1*		*30*
Fluides quantiques I+II	Martin Ph.+Pavuna	DP	*2*	*1*		*2*	*1*	*4**	*83*
Groupe 2 :									
Physique des plasmas III,IV	Appert+Bondeson	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Modèles et réactions nucléaires	Perroud + Joseph	PHF	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Particules élémentaires	Werlen	PHF	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Complément de TP de physique nucléaire	Joseph/Loude	PHF			*4*				*60*
Fusion contrôlée	Lister	DP	*2*	*1*					*45*
Techniques spéciales en physique des plasmas	Heym	DP				*2*	*1*		*30*
Physique des neutrons	Ligou	DP	*2*	*1*					*45*
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldy P.-A.	DP				*2*	*1*		*30*
Accélérateur de particule et faisceaux	Weill	PHF	*2*						*30*
Détection des particules	Loude	PHF				*2*			*20*
Physique du laser I+II	Quattropani/Schwendimann+Salathé	DP/DMT	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Génie médical I,II	Meister	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Groupe 3 :									
Physique théorique III,IV	Erdös	PHF	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Expérimentation numérique	Choquard/Baldereschi+Ligou/Appert	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Physique quantique III,IV	Loeffel	PHF	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Relativité et cosmologie	Gruber	DP	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Chapitres choisis de physique théorique	Erdos	PHF	*2*	*1*		*2*	*1*		*75*
Théorie quantique des collisions	Wanders	PHF	*2*	*1*					*45*
Autres cours agréés par le département de Physique									
* 2 dernières semaines									
** pas donné en 1992/93									
Totaux : Tronc commun			**10**	**6**	**14**	**10**	**6**	**14**	
Totaux : Par semaine				**30**			**30**		
Totaux : Par semestre				**450**			**300**		

c = cours e = exercices p = branches pratiques <> = cours facultatifs en italique = cours a option

Ordonnance générale sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

du 28 juin 1991

Le Conseil des écoles polytechniques fédérales,

vu l'article 7, 1er alinéa, lettre e, de l'ordonnance du 16 novembre 1983 [1] sur le CEPF;
vu l'article 28 de l'ordonnance du 16 novembre 1983 [2] sur les EPF,

arrête:

Section 1 : Champ d'application

Article premier

[1] La présente ordonnance fixe les principes et les dispositions applicables à l'organisation des examens de diplôme.
[2] Dans la mesure où le Conseil des écoles polytechniques fédérales (CEPF) n'a pas édicté de règle particulière, les principes contenus aux articles 2 à 9 s'appliquent également:

a. aux examens d'admission;
b. aux examens organisés dans le cadre d'études postgrades;
c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
d. aux examens en vue d'acquérir le certificat d'enseignement supérieur de mathématiques appliquées ou un certificat analogue.

Section 2 : Dispositions générales relatives aux examens

Art. 2 Organisation des examens

Le secrétaire général organise les examens. Il fixe notamment les dates des sessions, les modalités d'inscription et établit les horaires des examens qu'il porte à la connaissance des examinateurs, des experts et des candidats.

Art. 3 Inscription et retrait d'inscription

[1] Le secrétaire général communique où et jusqu'à quelle date le candidat doit s'inscrire.
[2] Le candidat peut retirer son inscription sans indiquer de motif jusqu'au début de la session d'examens auprès du secrétariat général. Si ce retrait a lieu dans les quinze jours précédant le début de la session d'examens, il informera également les examinateurs concernés.

---

[1] RS 414.110.3
[2] RS 414.131

Art. 4 Admission

Le secrétaire général décide de l'admission aux examens. Il notifie par décision aux candidats concernés les refus d'admission aux examens.

Art. 5 Interruption et absence

[1] Après le début de la session, le candidat ne peut interrompre ses examens qu'en raison de motifs importants tels que la maladie ou un accident. Il doit en aviser le secrétaire général immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires.
[2] Le secrétaire général décide de la validité des motivations invoquées.
[3] Les épreuves effectuées avant l'interruption sont prises en compte lors de la reprise des examens.
[4] Le candidat qui, sans motif valable, ne se présente pas à une épreuve reçoit la note zéro.
[5] Le fait de ne pas terminer un examen équivaut à un échec.

Art. 6 Appréciation des travaux

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

Art. 7 Répétition des examens

[1] Si un candidat a échoué à un examen, il peut s'y présenter une seconde fois, dans le délai d'une année.
[2] Si le candidat est en mesure de faire valoir des motifs d'empêchement importants, le secrétaire général peut exceptionnellement prolonger ce délai.

Art. 8 Consultation des travaux d'examen

[1] Le candidat peut consulter ses travaux écrits auprès de l'examinateur dans les six mois qui suivent l'examen.
[2] La consultation est réglée conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative.[1)]

Art. 9 Voies de droit

Les décisions prises par le secrétaire général en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours administratif auprès du président de l'EPFL dans un délai de 30 jours dès leur notification .

Section 3 : Contrôle dans le cadre des études de diplôme

Art. 10 Contrôle continu

Dans les branches théoriques, le contrôle continu durant les semestres (exercices associés à des cours et travaux écrits) sert à vérifier si les étudiants ont assimilé l'enseignement. Les résultats obtenus ne conditionnent pas la promotion en année supérieure.

Art. 11 Série d'examens

[1] Les examens de diplôme comprennent:
a. deux examens propédeutiques, à la fin des première et deuxième années d'études;

[1)] RS 172.221

b. des examens de promotion, en troisième et quatrième années d'études;
c. un examen final de diplôme.

[2] Pour pouvoir se présenter à un examen, l'étudiant doit avoir réussi les examens précédents.

Art. 12 Contenu des examens

[1] Les examens propédeutiques et les examens de promotion comprennent huit épreuves au plus. La moyenne générale prévue à l'article 23 est calculée sur la base des notes obtenues lors de ces épreuves ainsi que sur celles des notes semestrielles ou annuelles obtenues dans les branches pratiques.
[2] L'examen final de diplôme comprend huit épreuves orales au plus, portant sur des branches enseignées durant l'année ou les deux années précédant l'examen, ainsi qu'un travail pratique.

Art. 13 Genre des épreuves

Si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département, ou à défaut le conseil de section, détermine le genre (écrit ou oral) des épreuves. Ces éléments sont communiqués par le secrétaire général dans les horaires d'examens.

Art. 14 Conditions d'admission aux examens dans des cas particuliers

[1] Sur proposition du chef du département intéressé, le secrétaire général peut exiger des candidats n'ayant pas fait toutes leurs études dans une EPF qu'ils passent les épreuves dans les branches où ils n'ont pas été examinés jusque-là.
[2] Si un candidat a réussi un examen équivalent dans une autre filière de l'EPFL ou de l'EPFZ, voire dans une autre haute école, le secrétaire général peut, sur proposition du chef du département intéressé, le dispenser de certaines branches d'examen prescrites dans lesquelles il a passé des épreuves et a obtenu des notes suffisantes. La moyenne exigée pour réussir à l'examen est alors calculée d'après les notes obtenues dans les branches restantes.

Art. 15 Travail pratique de diplôme

[1] Pour pouvoir entreprendre le travail pratique de diplôme, le candidat doit avoir obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 aux épreuves de l'examen final de diplôme.
[2] Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que le candidat présente oralement et dont le sujet est défini par le maître qui en assume la direction.
[3] A la demande du candidat, le chef du département concerné, ou à défaut le président du conseil de section, peut confier la direction du travail de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.
[4] En cas de présentation insuffisante du mémoire, le maître compétent peut exiger que le candidat y remédie dans un délai de deux semaines à partir de la présentation orale.

Art. 16 Sessions des examens

[1] Deux sessions ordinaires sont prévues pour chaque examen propédeutique, en été et en automne. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire passer une épreuve donnée; il doit toutefois avoir passé l'ensemble des épreuves à la session d'automne. Lorsque, pour des motifs importants tels que la maladie, un accident ou le service militaire, le candidat est dans l'impossibilité de se présenter à la session d'automne, le secrétaire général peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.
[2] Les sessions des examens de promotion ont lieu à la fin de chaque semestre.
[3] Les épreuves théoriques de l'examen final se déroulent à la fin du dernier semestre, en général en automne.

Art. 17 Examinateurs

[1] Les maîtres font passer les épreuves portant sur la branche qu'ils enseignent. S'il a un empêchement, le maître demande au secrétaire général de désigner un autre examinateur.

[2] Lorsque plusieurs maîtres se partagent une épreuve, ils l'examinent en général au prorata de la matière qu'ils ont enseignée.

[3] Dans la mesure où la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les examinateurs

a. choisissent la matière des épreuves;
b. informent les étudiants de la matière et du déroulement des épreuves;
c. formulent les questions des épreuves;
d. mènent l'interrogation;
e. apprécient les prestations des candidats;
f. proposent la ou les notes à la conférence des notes.

[4] Ils conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les épreuves orales, délai au delà duquel ils les détruisent.

Art. 18 Experts

[1] Un expert est désigné par le secrétaire général sur proposition de l'examinateur et en accord avec le chef du département concerné. Il doit être présent à chaque épreuve orale. Il fait un rapport écrit sur le déroulement de l'épreuve à l'intention de la conférence des notes et, le cas échéant, des autorités de recours.

[2] Dans le cadre des examens propédeutiques et des examens de promotion, l'expert est choisi parmi les membres de l'EPFL. Il veille au bon déroulement de l'épreuve et joue un rôle d'observateur et de conciliateur.

[3] Pour l'examen final de diplôme, l'expert est choisi parmi des personnes externes à l'EPFL. Il veille au bon déroulement de l'épreuve et joue un rôle d'observateur et de conciliateur; il participe en outre à la notation du candidat et peut intervenir dans l'interrogation.

Art. 19 Commissions d'examen

[1] Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour évaluer les prestations fournies dans des branches pratiques. Cette évaluation a lieu à l'occasion d'une présentation orale de ses travaux par l'étudiant.

[2] Outre l'examinateur et l'expert, membre ou non de l'EPFL, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

Art. 20 Conférence des notes

[1] Pour chaque examen, une conférence des notes décide des notes définitives à attribuer aux branches d'examen présentées par chaque candidat en se fondant sur les notes proposées par les examinateurs. Les membres de la conférence des notes peuvent s'exprimer verbalement ou par la voix de leurs suppléants dûment mandatés et instruits.

[2] Pour les examens propédeutiques, la conférence des notes est présidée par le président de la Commission d'enseignement de l'EPFL. Elle se compose des examinateurs concernés ou de leurs suppléants.

[3] Pour les examens de promotion, une conférence des notes est organisée par chaque section. Elle est présidée par le chef du département ou le président de la Commission d'enseignement de la section et se compose des examinateurs concernés ou de leurs suppléants.

[4] Pour les épreuves de l'examen final de diplôme, ainsi que pour le travail pratique de diplôme, une première conférence des notes est organisée au niveau de chaque section. Elle est présidée par le chef du département ou le président de la commission d'enseignement, et se compose des examinateurs concernés ou de leurs suppléants. Une seconde conférence des notes est organisée au niveau de l'Ecole. Elle est présidée par le président de la Commission d'enseignement de l'EPFL et réunit les chefs des départements ou leurs suppléants. Elle prend ses décisions sur la base des propositions qui lui sont transmises par les conférences des notes organisées au niveau des sections.

Art. 21 Communication des résultats des examens

[1] Sur la base du rapport de la conférence des notes, le secrétaire général communique par décision aux candidats s'ils ont réussi ou non l'examen.
[2] La décision fait mention des notes obtenues.

Art. 22 Admission à des semestres supérieurs

[1] Pour pouvoir s'inscrire au 3e, ou au 5e semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique qui le précède. L'étudiant qui est autorisé à se présenter à la session de printemps en application de l'article 16, 1er alinéa, est provisoirement autorisé à suivre l'enseignement du semestre supérieur.
[2] Pour pouvoir s'inscrire au 7e semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen de promotion le précédant.
[3] Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre prévoir que, pour passer à un semestre supérieur, l'étudiant doit avoir effectué un stage pratique.

Art. 23 Conditions de réussite aux examens

[1] Les examens propédeutiques et les examens de promotion sont réputés réussis lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 6, à condition qu'elle ne comprenne aucune note zéro dans les branches pratiques.
[2] Pour les examens propédeutiques et les examens de promotion, les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre exiger l'obtention d'une moyenne égale ou supérieure à 6, tant dans le groupe des branches théoriques que dans celui des branches pratiques, ou l'obtention d'une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'un de ces groupes.
[3] L'examen final de diplôme est réputé réussi lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques et une note égale ou supérieure à 6 pour le travail pratique.

Art. 24 Répétition d'examens

[1] La répétition porte sur les ensembles de branches déterminés dont la moyenne exigée n'est pas atteinte.
[2] Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches théoriques ou dans celui des branches pratiques reste acquise en cas de répétition.
[3] Lorsqu'une note ou une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les enseignements pratiques en répétant l'année d'études. Le secrétaire général fixe les modalités en cas de changement de plan d'études.

Art. 25 Diplôme

L'étudiant qui a réussi l'examen final de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'article 21, un diplôme muni du sceau de l'EPFL. Celui-ci contient le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière, ainsi que les signatures du président de l'EPFL et du chef du département ou de la section concerné.

Section 4 : Dispositions finales

Art. 26 Règlements d'application du contrôle des études

[1] Le CEPF édicte les règlements d'application du contrôle des études sur proposition du président de l'EPFL ou après l'avoir entendu.
[2] Ceux-ci contiennent en particulier des dispositions concernant:

a. les branches théoriques et pratiques faisant partie de chaque examen, leur rassemblement en groupes de branches et les coefficients à affecter aux notes;
b. les moyennes exigées;

c. éventuellement, le genre des épreuves;
d. l'institution de commissions d'examen, leur composition et la manière dont elles fixent les notes;
e. les modalités de répétition en cas d'échec;
f. un éventuel droit dés candidats de proposer le sujet de leur travail de diplôme ainsi que la durée maximale pour l'élaboration de ce travail.

Art. 27 Abrogation du droit en vigueur et disposition transitoire

[1] L'ordonnance du 2 juillet 1980 [1)] sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne est abrogée.
[2] L'article 21, 1er alinéa, de l'ordonnance du 2 juillet 1980[1)] reste applicable, jusqu'à la session de printemps 1993, pour les étudiants qui sont entrés en première année d'études avant l'année académique 1991/92.

Art. 28 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 15 octobre 1991.

28 juin 1991

Au nom du Conseil des écoles polytechniques fédérales

Le président, Crottaz
Le secrétaire général, Fulda

[1)] RO 1980 1632; 1981 548; 1984 295; 1985 30

TABLE DES MATIERES

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
COURS OBLIGATOIRES			
Analyse I, II	Zwahlen	1er, 2e	1 / 2
Analysis I, II (en allemand)	Semmler	1er, 2e	3 / 4
Analyse III, IV	Chatterji	3e, 4e	5 / 6
Algèbre linéaire I, II	Boéchat	1er, 2e	7 / 8
Programmation I	Petitpierre	1er	9
Probabilité et statistique I	Morgenthaler	3e	10
Analyse numérique	Rappaz	2e	11
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister	3e, 4e	12 / 13
Géométrie II	Stuart	2e	14
Mécanique générale I, II	Gruber	1er, 2e	15 / 16
Physique générale I	Châtelain	2e	17
Atelier de mécanique	Randin	1er	18
Introduction à la métrologie	Gremaud Schaller	1er	19
Chimie appliquée	Girault, Plattner, Javet	1er	20
Physique générale II, III	Martin J.L.	3e, 4e	21 / 22
Mécanique analytique	Wanders	4e	23
Cristallographie I	Schwarzenbach	3e	24
Electronique I, II	Osseiran	3e, 4e	25 / 26
Expérimentation numérique	Baldereschi	3e, 4e	27 / 28
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	29 / 30
	Dimitropoulos	5e, 6e	31 / 32
Construction	Ziegenhagen Savoie	5e	33
Physique statistique I, II	Choquard	5e, 6e	34 / 35
Physique quantique I, II	Quattropani	5e, 6e	36 / 37
Physique des matériaux solides I, II	Buttet	5e, 6e	38 / 39
Electrodynamique/ Physique des plasmas I	Tran	5e, 6e	40 / 41
Optique	Salathé	6e	42
Physique nucléaire et corpusculaire I, II	Joseph	5e, 6e	43 / 44

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
HTE : Droit I, II	Haldy	5e, 6e	45 / 46
HTE : Gestion d'entreprise I, II	Raffournier	5e, 6e	47 / 48
HTE : La Technique et les Structures Economiques et sociales	Bassand/Csillaghy	5e, 6e	49
HTE : Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	5e, 6e	50
Mesures des déformations	Jacquot	6e	51

COURS A OPTION

GROUPE 1)

Chap. ch. physique statistique I	Kunz	7e	52
" " " " II	Martin Ph.	8e	53
Propriétés électroniques du solide I, II	Quattropani/ Baldereschi	7e. 8e	54 / 55
Electrodynamique et Optique quantiques	Reuse	7e, 8e	56
Physique métallurgique I	Schaller	7e	57
" " II	Gremaud	8e	58
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I, II	Martin J.L. Gotthardt	7e 8e	59 60
Invest.exp.matière condensée I,II	vacat	7e, 8e	61
Chap. choisis d'optique I, II	Reinhart	7e, 8e	62 / 63
Phonons I, II	Choquard/Brüesch	7e, 8e	64 / 65
Dispositifs électroniques à semiconducteurs	Ilegems	7e	66
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	67
Fluides quantiques I	Martin Ph.	7e	68
Fluides quantiques II	Pavuna	8e	69

GROUPE 2)

Physique des plasmas II	Appert	7e	70
Physique des plasmas III	Bondeson	8e	71
Modèles et réactions nucléaires	Perroud	7e, 8e	72 / 73
Physique des particules élémentaires	Werlen	7e, 8e	74
Fusion contrôlée	Lister	7e	75
Techn.spéc.physique des plasmas	Heym	8e	76
Physique des neutrons	Ligou	7e	77
Aspects phys.de la production d'énergie	Haldi	8e	78

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
Accélération des particules	Weill	7e	79
Détection des particules	Loude	8e	80
Physique du laser I	Schwendimann/ Quattropani	7e	81
Physique du laser II	Salathé	8e	82
Génie médical I, II	Meister	7e, 8e	83 / 84
GROUPE 3) Physique			
Physique théorique III, IV	Erdös	7e, 8e	85 / 86
Chap.ch. physique théorique	Erdös	7e, 8e	87 / 88
Expérimentation numérique I	Choquard/ Baldereschi	7e	89
Expérimentation numérique II	Ligou/Appert	8e	90
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	91
Physique quantique III, IV	Loeffel	7e, 8e	92 / 93
Théorie quantique des collisions	Wanders	7e	94
Astronomie et astrophysique III, IV	Courvoisier	7e, 8e	95
Mathématiques			
Méth.math. de la physique	Matzinger	7e, 8e	96 / 97
Analyse numérique des équations aux dérivées partielles	Descloux	7e, 8e	98 / 99
Equations différentielles ordinaires I, II	Dacorogna	7e, 8e	100 / 101
Branches d'ingénieur			
Modélisation et simulation I, II	Bonvin	7e, 8e	102 / 103
Traitement des signaux et images II, III	Vesin	7e, 8e	104 / 105
Systèmes logiques	Sanchez	7e	106
Systèmes microprogrammés	Mange	8e	107

LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

Nom de l'enseignant	*Pages*
Appert	70, 90
Baldereschi	27, 28, 54, 55, 89
Bassand	49
Boéchat	7, 8
Bondeson	71
Bonvin	102, 103
Brüesch	64, 65
Buttet	38, 39
Châtelain	17
Chatterji	5, 6
Choquard	34, 35, 64, 65, 89
Courvoisier	95
Csillaghy	49
Dacorogna	100, 101
De Ribaupierre	50
Descloux	98, 99
Dimitropoulos	31, 32
Erdös	85, 86, 87, 88
Girault	20
Gotthardt	60
Gremaud	19, 29, 30, 58
Gruber	15, 16, 91
Haldi	78
Haldy	45, 46
Heym	76
Ilegems	66, 67
Jacquot	51
Javet	20
Joseph	43, 44
Kunz	52
Ligou	77, 90
Lister	75
Loeffel	92, 93
Loude	80

Mange 107
Martin J.L. 21, 22, 59
Martin Ph. 53, 68
Matzinger 96, 97
Meister 83, 84
Morgenthaler 10

Osseiran 25, 26

Pavuna 69
Perroud 72, 73
Petitpierre 9
Pfister 12, 13
Plattner 20

Quattropani 36, 37, 54, 55, 81

Raffournier 47, 48
Randin 18
Rappaz 11
Reinhart 62, 63
Reuse 56

Salathé 42, 82
Sanchez 106
Savoie 33
Schaller 19, 57
Schwarzenbach 24
Schwendimann 81
Semmler 3, 4
Stuart 14

Tran 40, 41

Vesin 104, 105

Wanders 23, 94
Weill 79
Werlen 74

Ziegenhagen 33
Zwahlen 1, 2

Titre : ANALYSE I

Enseignant : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 120 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	1	X			X	
Physique	1	X			X	
Informatique.....	1	X			X	
Faculté Sci., HEC.....	1	X			X	

OBJECTIFS

Etude du calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

CONTENU

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

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

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 et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983 et 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ANALYSE II

Enseignant : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 80 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	2	X			X	
Physique.....	2	X			X	
Informatique.....	2	X			X	
Faculté Sci.; HEC.....	2	X			X	

OBJECTIFS

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

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 et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985 et 1988

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I, Algèbre linéraire I.
Préparation pour :

Titre : ANALYSIS I

Enseignant : K.D. SEMMLER, Chargé de cours EPFL/DMA

Heures totales : 120 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Matériaux.....	1	X			X	
Génie civil, Génie rural.....	1	X			X	
ME, MI, MA.....	1	X			X	
EL, PH, INF	1	X			X	

OBJECTIFS

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

CONTENU

INHALT:

Differential- und Integralrechnung der Funktionen einer Variablen.

- Grundbegriffe (reelle und komplexe Zahlen, Grenzwert)
- Funktionen
- Stetigkeit
- Ableitungen
- Lokales Verhalten einer Funktion, Maxima und Minima
- Die Taylor - Entwicklung, Potenzreihen
- Spezielle Funktionen
- Integrale und Stammfunktionen
- Uneigentliche Integrale

Lineare Differentialgleichungen.

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

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983 et 1987.
Ingenieur Analysis I & II, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ANALYSIS II

Enseignant : K.D. SEMMLER, Chargé de cours EPFL/DMA

Heures totales : 80 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Matériaux.....	2	X			X	
Génie civil, Génie rural.....	2	X			X	
ME, MI, MA.....	2	X			X	
EL, PH, IN.....	2	X			X	

OBJECTIFS

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

CONTENU

INHALT:

Differential- und Integralrechnung der Funktionen mehrerer Variablen.

- Funktionen mehrerer Variablen
- Partielle Ableitung
- Maxima und Minima, Extrema mit Nebenbedingungen, implizite Funktionen
- Die Taylor - Entwicklung
- Mehrfache Integrale

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

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985 et 1988
Ingenieur Analysis I & II, Christian Blatter, VdF, Zürich 1989.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analysis I ou Analyse I
Préparation pour :

Titre : ANALYSE III

Enseignant : S. D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 75 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	3	X			X	
Physique	3	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- Eléments d'analyse vectorielle: théorèmes de Gauss et Stokes.

- Eléments d'analyse complexe: théorème de Cauchy et ses applications.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.
Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV

Enseignant : S. D. CHATTERDJI, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 50 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	4	X			X	
Physique	4	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- Introduction aux équations différentielles ordinaires.

- Analyse hilbertienne: séries de Fourier.

- Introduction aux équations aux dérivées partielles.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.
Préparation pour :

Titre : ALGEBRE LINEAIRE I

Enseignant : Jacques BOECHAT, Professeur UNIL

Heures totales : 75 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	1	X			X	
Physique	1	X			X	
Faculté.....	1	X			X	
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Groupes, anneaux, corps :**
  Rappel des définitions, permutations, nombres complexes.

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

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Algèbre linéaire II.

Titre : ALGEBRE LINEAIRE II

Enseignant : J. BOECHAT, Professeur UNIL

Heures totales : 50 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	2	X			X	
Physique.....	2	X			X	
Faculté.....	2	X			X	
.....						

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire I.
Préparation pour :

Titre : PROGRAMMATION I

Enseignant : C. PETITPIERRE, Professeur EPFL/DI

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	1	X				X
Mécanique.....	1	X				X
.....	1					
.....	1					

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même de

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

CONTENU

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

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

Le cours est fait d'une série d'exercices qui introduisent les instructions les unes après les autres. Chaque étudiant fait les exercices à son rythme, un assistant étant présent pendant les heures indiquées à l'horaire pour répondre aux questions. Les tests prévus pour la détermination des notes peuvent être passés n'importe quand, mais par groupes. Dès qu'un certain nombre d'étudiants se sentent prêts, ils peuvent fixer une date de passage du test en accord avec le professeur.

Le premier semestre présentera toutes les instructions de Pascal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exercices en classe.

DOCUMENTATION : Cours polycopié contenant la présentation de Pascal et les exercices..

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Programmation II.

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE I

Enseignant : S. MORGENTHALER, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Génie Civil.....	3	X			X	
Génie Rural.....	3	X			X	
Mécanique, Physique.....	3	X			X	
Mécanique, ETS.....		X			X	

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts fonamentaux des probabilités et des statistiques. Au terme du cours, l'étudiant devrait avoir assimilé ces concepts et ainsi pouvoir les utiliser.

CONTENU

- *Probabilités :* Révision des notions de base.
- *Variables aléatoires :* Définition, moyenne, variance, covariance, corrélation, transformation.
- *Lois discrètes :* Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, Poisson, géométrique.
- *Lois continues :* Normale, Gamma, exponentielle, chi-carré, F, t.
- *Théorie de probabilité :* Théorème central limite, approximations par la loi normale.
- *Estimation :* Distributions d'échantillonnage, estimation ponctuelle, biais, carré moyen de l'erreur, estimateurs du maximum de vraisemblance, estimateurs par la méthode des moments, méthode des moindres carrés, estimation par intervalle.
- *Tests d'hyptohèses :* Erreurs de 1ère et 2ème espèces, puissance d'un test, tests basés sur la loi normale, test t et test F pour un modèle linéaire, test du chi-carré.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Statistique appliquée et cours professionnels utilisant les statistiques.

Titre : ANALYSE NUMERIQUE

Enseignant : J. RAPPAZ, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Génie Civil	4	X			X	
Génie Rural	4	X			X	
Mécanique	4	X			X	
Physique	2	X			X	

OBJECTIFS

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

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

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

Equations et systèmes d'équations non linéaires. Equations et systèmes différentiels. Problèmes de valeurs propres.

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

DOCUMENTATION : A. Ralston, Ph. Rabinowitz: A first course in numerical analysis, Mc Graw-Hill (International Student Edition).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Analyse, Algèbre linéaire, Programmation.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE I

Enseignant : C.-E. PFISTER, Chargé de cours EPFL/DMA-DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Le cours sert à présenter de façon élémentaire certains chapitres de mathématiques qui interviennent en mécanique analytique et mécanique quantique. Le cours est orienté vers l'analyse fonctionelle. Les grandes lignes du cours sont esquissées ci-dessous.

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. Problème de Sturm-Liouville. Systèmes orthogonaux de fonctions.

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, Chargé de cours EPFL/DMA-DP

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	X			X	
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

Le cours sert à présenter de façon élémentaire certains chapitres de mathématiques qui interviennent en mécanique analytique et mécanique quantique. Le cours est orienté vers l'analyse fonctionnelle. Les grandes lignes du cours sont esquissées ci-dessous.

CONTENU

III. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert.

IV. Introduction à la théorie des opérateurs linéaires dans les espaces de Hilbert. En particulier: opérateurs auto-adjoints, opérateurs unitaires, transformées de Fourier, notion de spectre, spectre discret, spectre continu.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exerices 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 : GEOMETRIE II

Enseignant : C. A. STUART, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 50 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	2	X			X	
Physique Faculté	2	X			X	
Mathématiques.....	2	X			X	
Mathématiques Faculté	2	X			X	

OBJECTIFS

Interprétation géométrique du calcul différentiel. Initiation à la géométrie différentielle.

CONTENU

- **Géométrie différentielle :**

  Courbes, représentation paramétrique, longueur, tangente, courbure, formules de Serret-Frenet.

  Surfaces, représentation paramétrique, plan tangent, première et deuxième formes fondamentales, courbures normales, totales et moyennes.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS
Préalable requis : Algèbre linéaire, analyse mécanique.
Préparation pour :

Titre : MECANIQUE GENERALE I

Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 75 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	1	X			X	
Mathématiques.....	1	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

Espace de configuration

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

Cinématique

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

Dynamique

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

Gravitation universelle

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

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

DOCUMENTATION : Mécanique générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices.

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 : Ch. Gruber, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	2	X			X	
Mathématiques.....	2	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. Particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.

Dynamique du solide

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

Eléments de statique

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

Changement de référentiel et relativité restreinte

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

Mécanique Lagrangienne (Introduction)

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

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

DOCUMENTATION : Mécanique générale (C. Gruber) et corrigés d'exercices.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE GENERALE I - THERMODYNAMIQUE

Enseignant : A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	2	X			X	
Microtechnique	2	X			X	
Microtechnique-ETS	2	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.
- Echange 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.
- 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 cathedra, démonstration 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 MECANIQUE

Enseignant : H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn./EPFL /DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* | *Exercices* | *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	1	☐	☒	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours ne sera pas donné ce semestre.

Une demande est en cours afin qu'il soit transféré de la 1ère année en 3e année, le jeudi après-midi chaque semaine, au semestre dh'hiver 1994.

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : 2 séances de 4 h. en atelier
1 séance de 4 h. atelier soufflage de verre

DOCUMENTATION : Aucune

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Différents TP de physique

Titre : INTRODUCTION A LA METROLOGIE

Enseignant : G. GREMAUD/R. SCHALLER, Adjoints scientifiques / EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 3

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	1	X				X
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

I Système d'unités et ordre de grandeurs

II Calculs d'erreurs

III Appareils de mesure
- Sources de tension et de courant
- Mesures de courants et tensions
- Générateurs de fonction, fréquencemètres et périodemètres
- Oscilloscopes analogiques et digitaux

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

V Circuits électriques et électroniques
- Equations des circuits électriques
- Réponses des dipôles et quadripôles
- Circuits électroniques analogiques et digitaux

VI Technique du vide et cryogénie
- Divers types de pompes à vide
- Jauges à vide
- Réalisation d'une enceinte à vide
- Cryogénie

VII Transducteurs et capteurs
- Terminologie et classification
- Effets physiques de transduction
- Montages électriques des capteurs
- Mesure à distance par ondes

VII Thermique et régulation
- Sondes de température
- Régulation de température PID
- Four régulé

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : 1 h théorie + 3 h enseignement pratique par groupes de 8 à 10 étudiants autour d'un montage expérimental

DOCUMENTATION : Notes poylcopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Travaux pratiques

Titre : CHIMIE APPLIQUEE

Enseignant : H. GIRAULT, Ph. JAVET, E. PLATTNER, Professeurs EPFL/DC

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
GC, Méc., Electr.....	1	X			X	
Physique.....	1	X			X	
Microtechnique.....	1	X			X	
GRG.....	1	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

- Structure atomique, tableau périodique, liaisons chimiques.
- Etats de la matière, lois de base; règle de nomenclature.
- Réaction chimique; stoechiométrie, bilan énergétique; équilibres chimiques; affinités et potentiel chimique; éléments de cinétique et de photochime.
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chmie industrielle.
- Introduction à la chimie organique.
- Physio-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; exercices en salle

DOCUMENTATION : livre PPR.

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

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GENERALE II

Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 90 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3	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. **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 Bernouilli. 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 de d'Alembert. Solutions planes et sphériques. Ondes de pression dans un fluide et ondes élastiques. Impédence, intensité, énergie.
   Ondes stationnaires, interférence, diffraction, réflexion et réfraction, effet Doppler. Vitesses de groupe et de phase. Perception du son.
4. **Electrodynamique**
   Electrostatique: les lois fondamentales, champ et potentiel électrique, équation de Laplace, les conducteurs. Magnétostatique: les lois fondamentales, le potentiel vecteur, la loi de Biot et Savart, exemples.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, illustré par des expériences et démonstrations.
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 et 2e semestres.
Préparation pour : Physique théorique I, II, III, IV, Physique quantique I, II.
Physique du solide I, II, Electrodynamique.

Titre : PHYSIQUE GENERALE III

Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine :* *Cours* 4 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	X			X	
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

4. Electrodynamique (suite)

Champs électriques et magnétiques dans la matière, ferromagnétisme. Champs électromagnétiques dépendant du temps. Force électromotrice, loi d'induction. Equations de Maxwell. Energie du champ électromagnétique, vecteur de Poynting. Ondes électromagnétiques, ondes planes, propagation dans les milieux diélectriques et dans les conducteurs.

5. Introduction à la mécanique quantique et à la physique atomique

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

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

DOCUMENTATION : Polycopié et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques des semestres 1, 2 et 3.
Préparation pour: Physique des matériaux et des semiconducteurs, transmission de chaleur, optoélectronique.

Titre : MECANIQUE ANALYTIQUE

Enseignant : G. WANDERS, Professeur UNIL

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	X			X	
Physique Faculté	4	X			X	
.....	4					
.....						

OBJECTIFS

Inititation des étudiants aux méthodes de la mécanique analytique.
Fournir les bases nécessaires à l'étude de la mécanique statistique et de la physique quantique.

CONTENU

1. **Les bases de la mécanique non-relativiste.**
Equations du mouvement. Les systèmes mécaniques comme systèmes dynamiques: existence, unicité et stabilité des mouvements.

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

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

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS
Préalable requis : Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.
Préparation pour : Mécanique statistique, physique quantique.

Titre : CRISTALLOGRAPHIE I

Enseignant : D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Matériaux.....	3	X			X	
Physique.....	3	X			X	
Faculté.....	3	X			X	
.....						

OBJECTIFS

Présenter les principes géométriques de la structure de la matière: symétrie et diffraction des rayons X. L'étudiant sera en mesure de faire bon usage des données structurales publiées, et d'interpréter des diffractogrammes.

CONTENU

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

Symétrie
Opérations de symétrie et théorie des groupes. Eléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels, classes de Bravais, systèmes de Bravais et systèmes cristallins. Tables internationales de cristallographie.

Diffraction des rayons X par les cristaux
Microscopie par diffraction, transformation de Fourier, problème des phases. Périodicité des structures cristallines, équations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Chambres de diffraction. Méthodes de Laue, du cristal tournant et des poudres. Physique des rayons X. Structure cristalline et intensités des rayons diffractés, facteur de forme atomique, facteur de structure, séries de Fourier, fonction de Patterson.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE I

Enseignant : A. OSSEIRAN, Chargé de cours EPFL/DE

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3	X			X	X
.....						
.....						
.....						X

OBJECTIFS

Introduction aux principes fondamentaux de l'électronique. Etre à même de comprendre le fonctionnement des principaux composants et circuits électroniques.

CONTENU

1) Introduction générale à l'étude des circuits électroniques

2) Circuits passifs linéaires et non linéaires

3) Le concept d'amplification

4) L'amplificateur opérationnel, ses applications en contre-réaction

5) L'amplificateur opérationnel, ses applications en réaction

6) Les transistors

7) Les amplificateurs à un transistor

8) Les oscillateurs sinusoidaux

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : ELECTRONIQUE II

Enseignant : A. OSSEIRAN, Chargé de cours EPFL/DE

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	X			X	X
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

Analyse et synthèse des circuits d'interface nécessaires à l'acquisition puis au traitement de données.
Introduction aux circuits intégrés numériques VLSI.

CONTENU

9) Les circuits logiques

10) Circuits d'interface pour acquisition et traitement de données

11) Traitement du signal

12) Transmissions dans les lignes

13) Introduction aux circuits numériques VLSI.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I
Préparation pour : Cours en traitements de l'information, techniques de mesures, etc..., Projets.

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE

Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 1

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3	X				X
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Coder une solution informatique d'un phénomène physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connait la solution exacte
- Appliquer le code à des systèmes réels pour en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Introduction aux stations et au système d'exploitation.

Opérations mathématiques de base.

Contrôle de la précision des résultats. Solutions par itération. Techniques d'extrapolation. Représentation numérique et graphique des solutions.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En salle stations à raison de 4 h toutes les 2 semaines.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées contenant les exercices et les algorithmes numériques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de Mécanique générale, de Physique générale, d'Analyse numérique et de Programmation.

Préparation pour :

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE

Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 20 | *Par semaine :* *Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 1

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Coder une solution informatique d'un phénomène physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connait la solution exacte
- Appliquer le code à des systèmes réels pour en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Equations différentielles ordinaires.

Utilisation de bibliothèques informatiques et de codes spécialisés existants.

Série d'exercices en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de Mécanique générale et de Physique générale et dont la solution fait appel aux algorithmes de base de l'analyse numérique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En salle stations à raison de 4 h toutes les 2 semaines.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées contenant les exercices et les algorithmes numériques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de Mécanique générale, de Physique générale, d'Analyse numérique et de Programmation.

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

Enseignant : G. GREMAUD, Adjoint scientifique / EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* | *Exercices* | *Pratique* 4

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3	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 son sens de l'initiative et sa créativité.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

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

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

Enseignant : G. GREMAUD, Adjoint scientifique / EPFL/DP

Heures totales : 40 | *Par semaine :* *Cours* | *Exercices* | *Pratique* 4

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	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 son sens de l'initiative et sa créativité.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES

Enseignant : C. DIMITROPOULOS, Adjoint scientifique / EPFL/DP

Heures totales : 120 | *Par semaine : Cours* *Exercices* *Pratique* 8

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X				X
Mathématiques.....	7			X		X
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées, illustrent les domaines de recherche des Instituts du DP.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES

Enseignant : C. DIMITROPOULOS Adjoint scientifique / EPFL/DP

Heures totales : 80 | *Par semaine : Cours* | *Exercices* | *Pratique* 8

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	X				X
Mathématiques.....	8			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 8 h. hebdomadairement.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : CONSTRUCTION

Enseignant : M. ZIEGENHAGEN, Professeur (CMS); J. SAVOIE, Collab. technique / DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* | *Exercices* | *Pratique* 4

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X				X
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

Intentions de l'enseignement: 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. Séance d'initiation au dessin assisté par ordinateur (DAO).

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 STATISTIQUE I

Enseignant : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X			X	
Physique Faculté	5	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

Théorie classique :
Ergodicité; ensemble microcanonique, canonique, grand-canonique; lien avec la thermodynamique; limite thermodynamique, équivalence des ensembles; principe variationnel; exemples physiques; fonctions de corrélation.

Théorie quantique :
Matrice densité; ensembles microcanoniques, canoniques, grand-canoniques; statistique de Bose et Fermi; gaz parfait de fermions : exemples; gaz parfait de bosons : exemples; condensation de Bose-Einstein; 3ème loi de la thermodynamique.

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

DOCUMENTATION : Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS
Préalable requis : Mécanique Analytique
Préparation pour : Physique Statistique II

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE II

Enseignant : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	X			X	
Physique Faculté	6	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

Théorie cinétique, équations de Boltzmann, phénomène de transport, lois de conservation, hydrodynamique, mouvement brownien et diffusion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION: Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique statistique I
Préparation pour : Cours à option en physique statistique avancée

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I

Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X			X	
Mathématiques.....	5			X	X	
Mathématiques.....	7			X	X	
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Fondements historiques et introduction aux idées fondamentales; structure mathématique: observables, états, évolution temporelle; postulats de la mécanique quantique; description de l'état à un instant donné et évolution temporelle.

- Systèmes à 1 dimension: potentiel constant par morceau, oscillateur harmonique, oscillateur harmonique en présence d'un champ électrique. Etude du moment cinétique. L'atome d'hydrogène. Théorie des perturbations stationnaires.

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

DOCUMENTATION : "Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann)
"Mécanique Quantique" Basdevent (Ecole Polytechnique, Ellipses).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de base de physique et mathématique du premier cycle.
Préparation pour : Physique atomique, physique du solide, physique nucléaire, mécanique statistique.

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE II

Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	X			X	
Mathématiques.....	6			X	X	
Mathématiques.....	8			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 de perturbation indépendante du temps et dépendante du temps.

Particule chargée dans un champ magnétique.

Transformations et groupes de transformation.

Matrice densité.

Indiscernabilité des particules.

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

DOCUMENTATION : Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique I

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

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX SOLIDES I

Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	[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

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

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées
C. Kittel: Physique de l'état solide, 5ème édition, Dunod, Paris 1983. Monographie
N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX SOLIDES II

Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 50 | *Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	[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

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

Les semiconducteurs : propriétés générales et structure de bande, niveaux électroniques d'impuretés, occupation des niveaux dans un semiconducteur dopé et intrinsèque, la jonction p-n.

Clarification des solides et énergie de cohésion : les gaz rares, solides covalents, solides ioniques, les métaux.

Défauts ponctuels, dislocation et diffusion.

Structures non cristallines : verres, polymères, quasi-cristaux, désordre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées
C. Kittel: Physique de l'état solide, Dunod, Paris.
N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ELECTRODYNAMIQUE

Enseignant : M.Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X			X	
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

Acquérir une connaissance solide et fonctionnelle de l'électrodynamique physique en partant du vide et en aboutissant à la description macroscopique de la matière, en particulier du plasma, commencer une introduction à la physique des plasmas qui se continuera au 6e semestre.

CONTENU

I. Equations de Maxwell
- Electrostatique et magnétostatique
- Conditions aux limites
- Ondes électromagnétiques

II. Rayonnement
Théorie du rayonnement dans le vide par une source. Notion de fonction de Green causale. Application : Rayonnement par une charge accélérée et quelques exemples. Equations d'Abraham-Lorentz.

III. Théorie des potentiels
- Notion de potentiel et de jauges. Invariance de jauge
- Jauge de Lorentz et de Coulomb
- Potentiel de Lienhard-Wiechert
- Transformations relativiste des champs électromagnétiques

IV. Formulation hamiltonienne de l'électrodynamique classique

V. Optique ondulatoire
- Solution de l'équation de Helmholtz. Formule de Green
- Diffraction : Principe d'Huygens et loi de Kirchoff. Diffraction de Fresnel et de Frauenhofer
- Relation avec l'optique géométrique

VI. Electrodynamique des milieux continus
- Moyennage spatial
- La fonction diélectrique complexe $\varepsilon_{ij}(\omega,\underline{k})$ dans un milieu. Ondes dans un milieu diélectrique.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de base de physique générale, mécanique et mathématiques
Préparation pour : Physique des plasmas I (6e semestre).

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS I

Enseignant : M. Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	[x]	[ ]	[ ]	[x]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Continuation de l'introduction générale à la physique des plasmas initiée dans le cours d'Electrodynamique du 5e semestre avec l'accent sur les aspects collectifs du plasma qui le distinguent des autres états de la matière.

CONTENU

I. Définition des plasmas
- Ecrantage de Debye
- Les plasmas dans la nature et dans les laboratoires
- La fusion thermonucléaire contrôlée

II. Mouvement d'une particule chargée
- Mouvement dans des champs E et B inhomogènes
- Mouvement dans un champ E dépendant du temps

III. Modèle de la magnétohydrodynamique (MHD)
- Equation d'évolution, domaine de validité
- Conditions d'équilibre; confinement magnétique
- Equilibres
- Ondes dans le modèle de la MHD

IV. Ondes dans un plasma froid homogène (Modèles à deux fluides)
- Ondes dans un plasma sans champ magnétique
- Ondes dans un plasma magnétisé infini

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours d'Electrodynamique du 5e semestre

Préparation pour: Physique des plasmas II et III, Fusion contrôlée et technique spéciale de Physique des plasmas.

Titre : OPTIQUE

Enseignant : R.P. SALATHE, Professeur EPFL/DMT

Heures totales : 40 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	X			X	
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

Acquérir des connaissances de base en optique.

CONTENU

1. **Introduction :**
   Rappel de l'électrodynamique.
2. **Génération de la lumière :**
   Transitions optiques dans les atomes. Absorption et émission spontanée et stimulée.
   Cohérence et modes de radiation. Propriétés statistiques de la lumière.
3. **Détection de la lumière :**
   La détection idéale et le bruit. Les photodétecteurs, les détecteurs thermiques et la détection cohérente.
4. **Propagation de la lumière :**
   Interférences et interféromètres. Diffraction. Ondes guidées et fibres optiques.
5. **Lasers :**
   Amplification de la lumière. Résonateurs optiques. Les lasers à corps solide, à gaz, à colorants et semi-conducteur.

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

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique générale et électrodynamique

Préparation pour : Cours d'optique moderne, d'optique quantique et d'électrodynamique quantique

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORPUSCULAIRE I

Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	X			X	
Faculté.....	5	X				
.....						
.....						

OBJECTIFS

Présenter les phénomènes de rayonnements nucléaires. Introduire aux techniques de mesure des rayonnements nucléaires. Donner les propriétés des réactions nucléaires dans différents domaines d'énergie.

CONTENU

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

- Caractéristiques des réactions nucléaires: phénomènes de résonance de la section efficace à basse énergie: diffraction et polarisation à moyenne énergie. Phénomène à haute énergie: création de particules.

- Classification des particules et de leurs interactions. Propriétés des leptons et des hadrons. Le modèle des quarks.

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 : Note du cours. Notices des travaux pratiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORPUSCULAIRE II

Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	X			X	
Faculté.....	6	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

Donner les caractéristiques de la structure du noyau.
Discuter différents modèles de la structure et des réactions nucléaires.

CONTENU

- Propriété et structure du noyau atomique: dimension, masse, spin, moments électromagnétiques. Méthodes de mesure.
- Modèles de la structure nucléaire : gaz de Fermi, goutte liquide, modèles en couches.

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 : J. HALDY, Chargé de cours EPFL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electricité.....	3	X			X	
Electricité	7		X	X	X	
Physique	5			X		X
Divers.....					X	

*A choix avec Gestion d'Entreprise et Finances

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 :

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Droit II

Titre : DROIT II

Enseignant : J. HALDY, chargé de cours EPFL

Heures totales : 20 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electricité.....	4	X			X	
Electricité.....	8		X	X	X	
Physique	5			X		X
Divers.....					X	

*A choix avec Gestion d'Entreprise et Finances

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Le droit des poursuites**
2. **La propriété industrielle:**

   Les marques et raisons de commerce; les brevets d'invention; les dessins et modèles industriels.
3. **Le droit de la concurrence déloyale.**
4. **Notions du droit des assurances.**
5. **Notions de droit administratif.**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Droit I
Préparation pour :

Titre : GESTION D'ENTREPRISE I

Enseignant : B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	☐	☐	☒ *	☐	☒
Electricité.....	5	☒ *	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	5	☒ *	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	3	☐	☐	☒ *	☐	☒
Microtechnique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐

* à choix avec Droit

OBJECTIFS

Connaître les contraintes environnementales qui s'exercent sur l'entreprise.
Connaître l'organisation interne et la nature des principales fonctions de l'entreprise.
Connaître les contraintes financières auxquelles l'entreprise est soumise.

CONTENU

1. L'entreprise et son environnement
   - l'environnement économique et social
   - le contexte juridico-institutionnel

2. Les fonctions de l'entreprise
   - l'organisation interne
   - la stratégie d'entreprise
   - les politiques commerciales

3. L'analyse financière de l'entreprise
   - l'analyse de la rentabilité de l'entreprise
   - l'analyse du financement

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

DOCUMENTATION : Polycopié "Gestion d'entreprise"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Gestion d'entreprise II

Titre : GESTION D'ENTREPRISE II

Enseignant : B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE

Heures totales : 20 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	☐	☐	☒ *	☐	☒
Electricité.....	6	☒ *	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	6	☒ *	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	4	☐	☐	☒ *	☐	☒
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires pour :

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

CONTENU

1. Le calcul des coûts et prix de revient
   - les méthodes de calcul
   - les coûts standard et l'analyse des écarts

2. Le choix des investissements
   - les mesures de rentabilité d'un projet
   - la prise en compte du risque

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

DOCUMENTATION: Polycopié "Gestion d'entreprise

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Gestion d'entreprise I
Préparation pour :

Titre : LA TECHNIQUE ET LES STRUCTURES ECONOMIQUES ET SOCIALES

Enseignant : M. BASSAND, J. CSILLAGHY, Professeurs EPFL/DA

Heures totales : 30/20 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electricité.....	5, 6	☐	X	☐	X	☐
Physique	5, 6	☐	☐	X	☐	X
Matériaux.....	3, 4	☐	☐	X	.	X
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la suite de ce cours, l'étudiant sera à même d'analyser d'une part les principales dimensions sociales, politiques et techniques d'une société et d'autre part, les rapports entre la technique et la structure sociale. En d'autres termes, après ce cours, l'étudiant maîtrisera un ensemble d'idées et de théories en sciences sociales indispensables à l'ingénieur. Par ailleurs, l'étudiant se familiarisera avec la problématique Homme,Technique et Environnement.

CONTENU

1ère partie : Economie

1. L'ordre socio-économique et le progrès technique
2. Le coût et l'utilité
3. - Maîtrise de la technologie (R&D)
   - Qualité de la production (technique)
   - Maîtrise du marché (marketing)
4. Productivité
5. Amortissement, obsolescence et durée de vie

2ème partie : Sociologie

1. La méthode sociologique
2. Analyse de la réalité sociale : l'acteur et la société
3. Le rôle de la technique dans la dynamique des sociétés et des groupes
4. Vers une société informationnelle ?
5. Le rôle social de l'ingénieur

3ème partie : Etudes de cas

1. Innovation technique et dynamique des villes *(D. Joye et J.-Ph. Leresche)*
2. Technologie et maîtrise de la distance *(A. Cuna)*
3. La norme technique comme contrôle économique et social *(A. Garnier)*
4. Informatique et société *(B. Galland)*

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

DOCUMENTATION : "Transformations techniques et société", Lang, Berne, 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIOLOGIE ET REPRESENTATION DU MODE EXTERIEUR

Enseignant : Y. DE RIBAUPIERRE (coord.)

Heures totales : 30 / 20 | *Par semaine : Cours* *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	5	☐	☒	☐	☐	☒
Physique	6	☐	☒	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etendre l'esprit critique du physicien aux données des sciences du vivant.

CONTENU

Représentation du monde extérieur et comportement

Les systèmes vivants simples : représentation chimique.

Les systèmes vivants complexes : communications entre éléments.

Les codages sensoriels.

Réseaux de neurones biologiques et construits

Physique et physiologie des "neurones"

Représentation "objective" de l'environnement.

Représentation "abstraite" de l'environnement.

Représentation et communications.

Etude de cas

Perception du temps.

Visite stéréoscopique.

Localisation de sources sonores.

Communications non verbales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séminaires.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : MESURES DES DEFORMATIONS PAR INTERFEROMETRIE HOLOGRAPHIQUE ET METHODES APPARENTEES

Enseignant : P. JACQUOT, Chargé de cours EPFL/DGC

Heures totales : 20 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches 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

- 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 :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE STATISTIQUE I

Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les changements de phase et les phénomènes critiques associés constituent un des phénomènes les plus courants de la matière condensée. Ils apparaissent également pour un rôle fondamental, dans d'autres domaines de la physique, comme la théorie des champs. Ils sont étudiés dans ce cours d'un point de vue microscopique, à l'aide de modèles.

CONTENU

- Exemple de changements de phase et phénomènes critiques : magnétisme, liquéfaction, cristallisation, alliages, polymères dilués, percolation, superfluidité.
- Notions de paramètres d'ordre, symétrie brisée et ordre à grande distance.
- Modèles d'Isling, Heisenberg, X-Y ...
- Théorie du champ moyen et théorie de Landau.
- Exposants critiques. Résultats expérimentaux.
- Lois d'échelle et groupe de renormalisation.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Un cours de physique du solide avancé

Préalable requis : Physique statistique de 3e année

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE STATISTIQUE II

Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	X	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

I. Présentation de diverses approches à la description des phénomènes irréversibles:
- marches aléatoires
- mouvement brownien
- processus markovien et gaussien
- équation de Langevin
- équation de Fokker-Plank
- équations maîtresses

Application à des situations physiques diverses.

II. Théorie de la réponse linéaire et fonctions de corrélation temporelles:
- fonctions de réponse
- théorème de fluctuation - dissipation
- coefficients de transport et formules de Kubo.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Eléments de théorie des probabilités et de mécanique statistique.
Préparation pour : Physique de la matière condensée; Physique théorique.

Titre : PROPRIETES ELECTRONIQUES DU SOLIDE I

Enseignant : A. BALDERESCHI / A. QUATTROPANI, Professeurs EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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; énergie 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; corrélation et excitations collectives.
- Fonction diélectrique du Jellium : perturbations statiques; approximations de Thomas-Fermi et de Lindhard; oscillations de Friedel; perturbations dynamiques; relations de Kramers-Kronig; applications aux matériaux réels.
- Théorie des bandes : notions de structure électronique des atomes et des molécules; approximation Born-Oppenheimer; approximation des électrons quasi libres; propriétés électroniques dérivant des symétries du réseau.
- Méthodes pour le calcul des bandes d'énergie: Wigner-Seitz, "tight-binding"; k.p.; OPW; pseudopotentiel et APW. Effets relativistes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) 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 3e année et Physique du solide de 3e année.

Préparation pour :

Titre : PROPRIETES ELECTRONIQUES DU SOLIDE II

Enseignant : A. BALDERESCHI,A. QUATTROPANI, Professeurs EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Appliquer la théorie présentée au semestre d'hiver (7e semestre) aux propriétés optiques et aux solides soumis à des perturbations extérieures statiques.

CONTENU

- Etude expérimentale des bandes. Spectres optiques et de photoémission.
  Exemple de bandes d'énergie pour métaux simples, semiconducteurs et isolants.
- Propriétés électroniques des solides soumis à des perturbations extérieures statiques.
  Perturbations périodiques et de courte portée. Approximation de la masse effective.
- Propriétés optiques : Constantes diélectriques. Transitions bande-bande. Points critiques.
  Transitions excitoniques. Optique des semiconducteurs dopés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) 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 : Propriétés électroniques du solide I (7e semestre).
Préparation pour :

Titre : ELECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES

Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP

Heures totales : 45/30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté Sciences.....		☐	☐	☒	☐	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté Sciences.....		☐	☐	☒	☐	☐

OBJECTIFS

Fournir les connaissances théoriques de base qui sont nécessaires à la compréhension des processus fondamentaux d'interaction entre atomes et champ électromagnétique.Appliquer le formalisme mathématique et les concepts physiques acquis à l'étude des processus les plus importants.

CONTENU

1ère partie : Electrons et atomes -

1. Spin 1/2 et l'électron non-relativiste.
2. Théorie de Dirac de l'électron relativiste.
3. Systèmes à N électrons : Atomes.

2ème partie : Champ électromagnétique quantique et photons

4. Théorie quantique du rayonnement électromagnétique.
5. Etats cohérents et phases. Notions d'optique quantique.

3ème partie : Interactions entre atomes et photons

6. Emission et absorption d'un photon par un atome.
7. Processus multiphotoniques d'interaction entre atome et champ électromagnétique.
8. Approche statistique de l'interaction entre atomes et photons.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Physique quantique I, II. Physique du solide I, II
Physique atomique. Electrodynamique

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE METALLURGIQUE I

Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction aux processus physiques qui sont à la base de la déformation plastique des métaux et alliages. Montrer l'importance des défauts de structure dans la qualité d'un matériau cristallin.

CONTENU

1. Défauts ponctuels

Description cristallographique. Concentration à l'équilibre thermodynamique. Propriétés élastiques. Techniques de création et restauration des défauts. Diffusion. Activation thermique. Equation d'Einstein.

2. Dislocations

Introduction et description géométrique. Mouvement des dislocations.
Observation directe des dislocations.
Théorie élastique : champ de contraintes et de déformations, énergie de ligne, tension de ligne, force de Peach et Koehler, interactions entre dislocations, sources de Frank-Read.
Périodicité du cristal, force de Peierls, décrochements, crans.
Dislocations dans les structures cfc : imparfaites de Schoeckley, verrous de Lomer-Cottrell, tétraédres lacunaires, mesure de l'énergie de faute d'empilement.

3. Déformation plastique

Phénoménologie de la déformation.
Systèmes de glissement, loi de Schmid. Stades de déformation des monocristaux.
Durcissement d'écrouissage.
Activation thermique de la déformation plastique. Durcissement basse température des métaux cc.
Durcissement par précipitation.

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

DOCUMENTATION : Distribuée en classe.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Physique métallurgique II

Titre : PHYSIQUE METALLURGIQUE II

Enseignant : G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Caractérisation des propriétés élastique, anélastique et plastique des milieux solides et introduction à la dynamique des dislocations.

CONTENU

I. Théorie des milieux continus

Tenseurs de distorsions topologiques et tenseurs de contrainte conjugés.
Conservation de la masse et équation de Newton.
Equations fondamentales du milieu continu. Thermocinétique.
Phénoménologie de l'élasticité, de l'anélasticité et de la plasticité.

II. Les "charges" plastiques

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

III. Anélasticité et plasticité dues aux dislocations

Interaction des dislocations avec des obstacles.
Approche stochastique des mouvements activés thermiquement.
Quelques exemples de modélisation de comportements plastiques et anélastiques dus aux dislocations.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de Physique métallurgique I.
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DE LA MICROANALYSE ET MICROSCOPIE ELECTRONIQUE I

Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	X	X	☐
Matériaux	7	X	☐	☐	X	☐
Microtechnique	7	☐	☐	X	X	☐
Chimie	7	☐	☐	X	X	☐

OBJECTIFS

Connaître et savoir utiliser les principales méthodes de diffraction, d'observation et d'analyse que l'on peut mettre en oeuvre avec les microscopes électroniques à transmission et à balayage pour l'étude de divers matériaux. Découvrir les interactions entre mécanique quantique et cristallographie.

CONTENU

GENERALITES SUR LE RAYONNEMENT ET LA MATIERE: rayonnements électromagnétiques et corpusculaires, calssification des rayonnements, énergie, longueurs d'onde. Théorie atomique de la matière. Interaction rayonnement-matière. Section efficace d'interaction, libre parcours moyen. Interactions élastique et inélastique. Emission de rayonnements secondaires.

DIFFUSION DES ELECTRONS PAR UN CRISTAL: expression générale de l'amplitude et de l'intensité diffusées. Facteur de diffusion atomique, effet de l'agitation thermique. Diffraction, condition de Bragg, réseau réciproque et sphère d'Ewald.

LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION: source d'électrons, lentilles, aberrations et résolution. Contraste de l'image. Contraste d'absorption, de diffraction, de phase. Image d'un cristal parfait, réel. Introduction à la théorie cinématique et dynamique. Microscopie à haute résolution. Microscopie à haute tension. Méthodes de préparation des objets.

LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE: principe, instrumentation. Images par émission d'électrons secondaires et rétrodiffusés. Microscope à balayage-transmission.

MICROANALYSE PAR SPECTROMETRIE DE RAYONNEMENTS X: principe, émission X, absorption des rayons X par le cristal, fluorescence X. Volumes d'émission. Détection des rayons X. Spectromètre à dispersion de longueur d'onde, monochromateurs, détecteurs. Spectromètre à dispersion d'énergie, détecteur. Acquisition des données. Pratique de la microanalyse. Microsonde et microscope à balayage.

MICROANALYSE PAR PERTE D'ENERGIE D'ELECTRONS TRANSMIS: principe, spectre, spectromètre et détecteur.

On comparera les avantages et limitations de chaque méthode pour diverses applications à l'étude de matériaux 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 : Mécanique quantique, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.

Préparation pour : Physique de la microanalyse et microscopie électronique II, Analyse des surfaces.

Titre : PHYSIQUE DE LA MICROANALYSE ET MICROSCOPIE ELECTRONIQUE II

Enseignant : R. GOTTHARDT, Chargé de cours EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. **Microscopie électronique à balayage :** description et applications.

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

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

5. **Techniques modernes de la microscopie électronique** (haute résolution, diffraction convergente, ...).

6. 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 : INVESTIGATION EXPERIMENTALE DE LA MATIERE CONDENSEE I ET II

Enseignant : vacat

Heures totales : 45/30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7, 8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Intentions de l'enseignant : décrire les méthodes expérimentales utilisées actuellement par les chercheurs en physique de la matière condensée.
Objectif pour l'étudiant : se familiariser avec différentes méthodes expérimentales et être à même de savoir lire des publications relatives à des travaux de recherche contemporains. Faciliter les choix d'une expérience pour conduire une recherche particulière.

CONTENU

- Investigation des propriétés globales dans les domaines acoustiques et élastiques : transmission, résonance;
  électriques : para et ferroélectricité, susceptibilité par la méthode du pont, polarisation, conduction;
  magnétiques : para et ferromagnétisme, susceptibilité par la méthode du magnétomètre (squid);
  optiques : transmission, biréfringence, dépolarisation, diffusion Rayleigh, Raman et Brillouin;
  thermiques : chaleur spécifique, conduction;
  supraconductibilité.

- Investigation des propriétés locales par : résonance magnétique nucléaire, électronique et quadripolaire, effet Mössbauer.

- Investigation utilisant la diffusion des RX, des électrons, des neutrons.

- Cristallogenèse et préparation d'échantillons : monocristaux, films minces, colloïdes, amas d'atomes, systèmes désordonnés (verres). Caractérisation.

- Investigation spécifique de la surface : LEED, XPS, UPS, ELS, Microscope à effet tunnel, ...

CE COURS N'EST PAS DONNE EN 1992/93

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE I

Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	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. Polarisation. Propagation dans les milieux stratifiés. Ondes optiques guidées. Optique géométrique. Faisceaux optiques. Ondes stationnaires.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices.

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Optoélectronique II.

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE II

Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	X	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Optique des milieurx et sources en mouvement:**
   Effet de Doppler. Expérience de Fizeau. Effet de Sagnac. Gyroscope optique.

2. **Dispersion:**
   Eléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Effet Faraday. Relations de Kramers-Kronig.

3. **Optique des cristaux:**
   Axes optiques prinicipaux. 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. **Optique non-linéaire:**

   Origine de la polarisation non linéaire. Les effets de Pockels et Kerr. Modulation optique. Doubleur optique. Interactions paramétriques. Optique intégrée.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices.

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Optoélectronique II

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : PHONONS : THEORIE ET EXPERIENCES I

Enseignant : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL/DP/P & BRÜESCH, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant à la physique des phonons.
Discussion des phénomènes associés avec la dynamique des atomes et molécules dans la matière condensée.

CONTENU

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

Dynamique cristalline
Equations de mouvement, matrice dynamique, conditions aux limites périodiques, zones de Brillouin, densité d'états, coordonnées normales.
Théorie quantique : Opérateurs de création et d'annihilation, mécanique statistique des phonons, le gaz des phonons, chaleur spécifique.

Méthodes expérimentales
Introduction: Energies et dispersion des photons, électrons et neutrons; remarques générales concernant les méthodes expérimentales pour l'étude des phonons.

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

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 : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL/DP/P & BRÜESCH, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner une introduction à la physique des phonons.
Discussion des phénomènes associés avec la dynamique des atomes et molécules dans les solides.
Discussion de quelques développements actuels.

CONTENU

Diffusion des phonons par les neutrons :

- diffusion cohérente et incohérente
- le facteur de structure dynamique

Interaction entre phonons et électrons :

- base de la théorie
- les termes d'interaction pour métaux, semiconducteurs et isolants
- règles de sélection et facteurs de couplage, probabilité de transition.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : DISPOSITIFS ELECTRONIQUES A SEMICONDUCTEURS

Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter la physique de fonctionnement et les principales applications électroniques des semiconducteurs.

CONTENU

1. **Propriétés électroniques des semiconducteurs**
   - Structures cristallines et bandes d'énergie
   - Statistiques de distribution des porteurs à l'équilibre et hors équilibre
   - Transport électronique à faible et fort champ
   - Processus de génération et recombinaison.
2. **Théorie des jonctions et interfaces :**
   - Jonction p-n et métal-semiconducteur
   - Interfaces isolant - semiconducteur et hétérojonctions
   - Transistor bipolaire.
3. **Dispositifs à effet de champ :**
   - Transistor JFET, MESFET, MOSFET, HFET
   - Structures submicroniques
4. **Electronique quantique :**
   - Puits quantiques et superréseaux
   - Conduction à deux et à une dimension
   - Propriétés sous fort champ magnétique, effet Hall quantique
   - Diodes à effet tunnel et effet tunnel résonnant.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis : Cours d'introduction en Electronique et Physique du Solide.

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

Titre : DISPOSITIFS OPTIQUES A SEMICONDUCTEURS

Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Matériaux semiconducteurs pour l'optoélectronique**
2. **Interactions électron-photon-phonon dans les semiconducteurs**
   Absorption et émission de photons, photoluminescence, fonction diélectrique, constantes optiques.
3. **Photodétection**
   Photoconducteurs, photodiodes p-n, p-i-n, à avalanche, dispositifs à couplage de charge, sensitivité et bruit.
4. **Electroluminescence**
   Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation.
5. **Diodes laser**
   Conditions d'émission stimulée, gain optique, caractéristiques spectrales, lasers à rétroaction distribuée, lasers à puits quantiques.
6. **Phénomènes optiques non linéaires**
   Effets électro-optique, électro-réfractif, magnéto-optique. Bistabilité optique, doublement de fréquence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis : Dispositifs électroniques semiconducteurs

Préparation pour : Laboratoire et projets.

Titre : FLUIDES QUANTIQUES I: Bases théoriques

Enseignant : Ph. A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant aux concepts de base de la supraconductivité et de la superfluidité.

Phénoménologie élémentaire et théories microscopiques.

CONTENU

Statistiques de Bose et Fermi - gaz dégénérés.

Gaz électronique normal.

Phénoménologie de la supraconductivité - Effet Meissner - Théorie de London - Fonction d'onde macroscopique - Quantification du flux - Théorie de Ginzburg - Landau.

Particules en nombre variable, opérateurs de création et d'annihilation.

Théorie microscopique BCS - appariement des électrons - paires de Cooper.

Introduction à la superfluidité - phénoménologie - théorie des deux fluides - arguments de Landau et Feynman.

Gaz de Bose imparfait.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis : Physique quantique.
Préparation pour : Physique de la matière condensée, Physique théorique.

Titre : FLUIDES QUANTIQUES II: Aspects expérimentaux

Enseignant : D. PAVUNA, Chargé de cours EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	X	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant aux aspects expérimentaux de la supraconductivité et suprafluidité.

Expériences, matériaux et applications.

CONTENU

Idées qualitatives - aspects expérimentaux.

Applications de la théorie Ginzbourg-Landau, les supraconducteurs de type II, l'état mixte, propriétés magnétiques, courant critique, modèle de Bean.

Matériaux: métaux, alliages, composites A-15, oxydes à haute température critique.

Effet Josephson, SQUID, applications.

Suprafluidité: He^4 et He^3.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra; stage pratique au laboratoire.

DOCUMENTATION :
Polycopié.
M. Cyrot and D. Pavuna: "Introduction to Superconductivity", World Scientific, Singapore (1991).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide.
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS II

Enseignant : K. APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compléter l'introduction à la physique des plasmas donnée en 3ème année en présentant la description cinétique du plasma et quelques applications.

CONTENU

I Description cinétique

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

II Théorie cinétique des ondes dans un plasma homogène

- Interactions entre ondes et particules (énergie, amortissement de Landau)
- Plasma comme milieu diélectrique, relations de dispersion
- Polarisationset instabilités dans un plasma non-magnétisé
- Bref aperçu des phénomènes dans un plasma magnétisé

III Effets non-linéaires

- Interaction onde-onde et onde-particule
- Instabilités paramètriques

IV Propagation d'ondes en milieu inhomogène

- La méthode WKB
- Absorption résonnante et conversion linéaire de modes

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrodynamique, Physique des plasmas I.
Préparation pour : Physique des plasmas III

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS III

Enseignant : A. BONDESON, Chargé de cours EPFL/CRPP

Heures totales : 30 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

En utilisant les bases acquises précédemment, ce cours a pour objectif d'introduire quelques chapitres avancés importants de la physique des plasmas dans le domaine de la stabilité macroscopique des plasmas confinés magnétiquement.

CONTENU

1) Modèle magnétohydrodynamique (MHD)

2) Equilibres

3) Description des ondes basse-fréquence dans un plasma de taille finie et inhomogène

4) Instabilités idéales

5) Stabilité des tokamaks à grand rapport d'aspect.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrodynamique, Physique des Plasmas I et II

Préparation pour :

Titre : LES MODELES NUCLEAIRES

Enseignant : J.P. PERROUD, Agrégé UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description du noyau atomique. Introduire les modèles de base couramment utilisés. Permettre à l'étudiant d'accéder à la littérature actuelle concernant ce domaine.

CONTENU

Invariance par rotation et moment cinétique. Mouvement quantique dans un champ central. Moment cinétique.Théorème de Wigner et Eckart. Modèle en couche. Propriétés collectives des noyaux. Modèle vibrationnel. Modèle rotationnel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique nucléaire.
Préparation pour :

Titre : LES REACTIONS NUCLEAIRES

Enseignant : J.P. PERROUD, Agrégé UNIL

Heures totales : 20 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. Section efficace. Diffusion par un potentiel central. 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 : Monique WERLEN, Maître-assistant UNIL

Heures totales : 45/30 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique des particules dans le formalisme moderne en insistant sur les théories de jauge et les brisures de symétries, sujets d'un cours avancé de mécanique quantique. Exercices : méthodes de calculs et liaison avec les techniques expérimentales.

CONTENU

1. **La physique des hautes énergies à l'aube du XXIe siècle.**
2. **Les théories de jauge des forces fondamentales**
   Symétries locales. Equation de Dirac. Le photon, boson de jauge de l'interaction électromagnétique. Lagrangien de l'électrodynamique quantique. Diagrammes de Feynman.
3. **La structure de la matière**
   Electrons. Facteurs de forme du nucléon. Diffusion profondément inélastique électron-proton : modèle naïf des partons. Quarks et gluons. Confinement des quarks ?
4. **Le modèle standard : théorie électro-faible**
   Les neutrinos en interaction faible avec la matière. Bosons de jauge W/Z : découverte au collisioneur proton-antiproton (*SPPS*), mesures précises aux collisioneurs électron-positron (*LEP, LEP* - 200). SU(2)xU(1). Brisure de la symétrie électro-faible : comment générer la masse des W/Z ? Physique du futur à très haute énergie (*LHC, SSC*).
5. **La chromodynamique quantique, théorie des interactions fortes ?**
   Les gluons : bosons de jauge de l'interaction forte. Production de jets dans les collisions électron-positron. Violation d'invariance d'échelle dans la diffusion profondéement inélastique lepton-proton. Jets et photons de grande impulsion transversale dans les interactions proton-proton.
6. **Physique des particules et cosmologie**
   Les premiers instants de l'univers et la structure de la matière.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION : Copies des transparents. Modern elementary particle physics, G. Kane, Addison-Wesley 1987. (The experimentl foundations of particle physics, R. Cahn, G. Goldhaber, Cambridge Univ. Press, 1989. Quarks & leptons, F. Halzen and A.D. Martin, Wiley, 1984). Physique des particules élémentaires, NELIPA, Ed. Mir, 1981. Pour une approche totalement vulgarisée, Pour la Science, article de C. Quiss en 1985

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique. Idées de base de relativité. Notions de théorie des groupes. Physique nucléaire et corpusculaire.

Préparation pour : 3ème cycle de physique. Aspects théoriques fondamentaux assez généraux pour s'appliquer à d'autres domaines (supraconductivité). Méthodes expérimentales applicables à de nombreux domaines de recherche.

Titre : FUSION CONTROLEE

Enseignant : J.B. LISTER, Chargé de cours EPFL/CRPP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	X	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir une vue globale des problèmes physiques et technologiques de la fusion thermonucléaire contrôlée. Etude approfondie du système Tokamak, actuellement la plus avancée des voies explorées.

CONTENU

1. **Principes :** Physique nucléaire, types de confinement, bilan d'énergie.

2. **Confinement inertiel :** Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible, ignition, phénomènes physiques.

3. **Confinement magnétique :** principes et problèmes du confinement magnétique, configurations ouvertes (striction-théta, miroir), configurations fermées (tokamak, stellerator, striction renversée).

4. **Le tokamak :** Son fonctionnement en détail, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales typiques.

5. **Performance du tokamak :** Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression).

6. **Chauffage additionnel :** Faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes d'Alfvén.

7. **Confinement :** Les lois empiriques obtenues des tokamaks actuels, le transport anormal, le confinement obtenu lors des expériences avec chauffage additionnel intense.

8. **Le futur :** La conception des réacteurs basés sur le tokamak, les problèmes technologiques et scientifiques à résoudre.

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 EPFL/CRPP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les paramètres des plasmas thermonucléaires sont difficiles à saisir car aucun appareil ne saurait être plongé dans ces plasmas sans en charger 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 plasma et les méthodes de mesures qui en découlent . La deuxièmre 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 des plasmas I à IV et le cours de Fusion contrôlée.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES NEUTRONS

Enseignant : J. LIGOU, Professeur titulaire EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 nucléaire**
   - Historique : Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
2. **Fission nucléaire**
   - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
   - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.
3. **Diffusion des neutrons**
   - Neutrons monocinétiques : faisceaux collimatés et collisions multiples.
   - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.
4. **Milieux multiplicateurs (réacteurs)**
   - Facteurs de multiplification - Condition critique dans des cas simples.
   - Réacteurs thermiques - Spectres - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale.
5. **Cinétique des réacteurs**
   - Modèle ponctuel : divergence prompte et différée.
   - Applications pratiques - Cinétique spatiale.
6. **Théorie 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 : P.A. HALDI, Chargé de cours EPFL/GC

Heures totales : 30 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours s'adresse aux étudiants ingénieurs-physiciens que les questions énergétiques intéressent. Il se propose de donner une vue générale et globale des aspects physiques et technologiques de la production d'énergie, après avoir situé le problème dans son contexte socio-économique. Une large place est faite aux considérations de thermodynamique énergétique; sur le plan technologique, l'accent est plus particulièrement mis sur l'énergie nucléaire.

CONTENU

A. Définitions et unités
Unités (définitions, conversion, équivalence, préfixes) / Types d'énergie (primaire, utile, intermédiaire, brute, nette).

B. Socio-économie de l'énergie
Considérations générales / Evolution probable de la consommation mondiale d'énergie (facteur démographique, facteur économique, prévisions à court et moyen termes) / Evolution et perspectives ("Horizon 2040" et XXIe siècle).

C. Thermodynamique et énergétique
Généralités et principes fondamentaux de la thermodynamique phénoménologique / Approche énergétique (bilan énergétique, efficacité) / Approche exégétique (bilan exégétique, rendement) / Economie énergétique / Cycles thermodynamiques (propriétés générales, cycles monothermes, cycles bithermes).

D. Production
Introduction (réserves, ressources) / Physique des réacteurs de fission (théorie de la diffusion neutronique, ralentissement des neutrons, milieux multiplicateurs, cinétique des réacteurs, centrales nucléaires, principales filières) / Fusion thermonucléaire (bilans d'énergie, confinement magnétique, confinement inertiel, technologie des réacteurs de fusion) / Energie éolienne / Energie solaire.

E. Energie et environnement
Effluents radioactifs / Effluents résultant de l'utilisation de combustibles fossiles (oxyde de soufre, monoxyde de carbone, gaz carbonique, etc.) / Influences climatiques (l'effet de serre, système global du carbone, conséquences climatiques d'une augmentation de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère, modèles de calcul).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié + références bibliographiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Il est recommandé d'avoir suivi le cours "Physique des neutrons" (Prof. J. Ligou).

Préalable requis :
Préparation pour : Diplôme

Titre : ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX

Enseignant : R. WEIL, Professeur associé UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	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 les champs électriques et magnétiques non-uniformes.
- Forme matricielle des solutions, analogie avec l'optique géométrique.
  Applications : "transports" des particules, les "spectromètres" et leur utilisation dans diverses expériences fondamentales de physique des particules (G-2, hypernoyaux, cp, masse neutrinos, etc....).
- Stabilité des systèmes cycliques; les fonctions de Mathieu et le calcul de l'enveloppe des trajectoires.
- Le théorème de Liouville : l'espace de phase et l'évolution des trajectoires; effet du vide, de l'émission de rayonnement synchroton, du refroidissement stochastique : applications aux systèmes de collisions faisceaux-faisceaux et limites de ces systèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Quelques chapitres polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Relativité restreinte

Préparation pour :

Titre : DETECTION DES PARTICULES

Enseignant : J.F. LOUDE, Professeur associé UNIL

Heures totales : 20 | *Par semaine. :* *Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	X	X	☐
Faculté (dipl.phys.nucléaire)	8	☐	☐	X	X	☐
Faculté (cert.phys.nucléaire)	8	X	☐	☐	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compréhension du fonctionnement et des caractéristiques des détecteurs de particules chargées et neutres émises par les noyaux radioactifs et les accélérateurs de particules.

CONTENU

Survol de tous les types de détecteurs de particules. Interaction des particules chargées et neutres avec la matière; spectrométrie gamma. Détecteurs impulsionnels électroniques: chambres d'ionisation (à gaz, liquides et solides), compteurs proportionnels (à gaz). Calcul de la forme de l'impulsion de courant (théorème de Ramo) et de la résolution en énergie. Détecteurs à gaz en mode G.M. et S.Q.S. Compteurs à scintillations et de Tchérenkov. Mesures de la position d'impact d'une particule, d'un instant de détection et d'une énergie déposée au moyen de détecteurs impulsionnels électroniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Connaissances élémentaires en physique nucléaire et en électronique.
Préparation pour : Diplôme en physique nucléaire et corpusculaire.

Titre : PHYSIQUE DU LASER I

Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP & P. SCHWENDIMANN, Privat-docent

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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. Ce cours est la première partie d'un cours de deux semestres donné en collaboration avec le Professeur R. Salathé.

CONTENU

1. **Introduction**
   Propriétés du rayonnement laser. Cavité et milieu actif. Rappel des équations de Maxwell.
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 électromagnétique. Polarisation électrique non-linéaire du milieu actif. Matrice de population et "hole burning". Gain saturable et condition de seuil. Dynamique du laser.
4. **Résonateurs**
   Modes du champ électromagnétique. Nombre de Fresnel. Interféromètre de Fabry-Pérot. Résonateur sphérique. Stabilité du résonateur. Distributed Feedback Laser.
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.
6. **Introduction à l'optique non-linéaire**
   Effets paramétriques, génération de deuxième harmonique, "self-focusing, self-trapping". Effet Raman, absorption à deux photons.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices.

DOCUMENTATION : Le cours suivra principalement des chapitres choisis du livre "Laser Physics" de Sargent, Scully et Lamb (édition livre de poche chez Addison-Wesley, 1982, cahpitres 2,3) et de "The Quantum Theory of Light" de R. Landon, Clarendon Press, Oxford (1983) chapitres 1, 2, 5, 6. Distribution de feuilles polycopiées pendant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour : Physique du laser II

Titre : PHYSIQUE DU LASER II							
Enseignant : R.P. SALATHE, Professeur EPFL/DMT							
Heures totales : 30	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 1	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*		*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒		☒	☐
.....		☐	☐	☐		☐	☐
.....		☐	☐	☐		☐	☐
.....		☐	☐	☐		☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir des connaissances sur les différents types de lasers et leurs applications.

CONTENU

1. **Introduction :**
   Rappel sur l'optique et la théorie du laser.
2. **Lasers basés sur l'état solide :**
   Principes des lasers rubis, néodyme et à centres F. Modes pulsés: "Spinking, Q-switching et mode-locking"
3. **Lasers à gaz :**
   Construction, propriétés et applications des lasers He-Ne et CO_2, des lasers à ions (Ar, Kr) et des lasers excimers.
4. **Lasers à colorant :**
   Propriétés des lasers dye. Opération en mode singulier à des fréquences accordables. Génération des impulsions ultracourtes. Solitons.
5. **Lasers semiconducteurs :**
   Excitation par jonction p-n. Diodes à hétérostructures et à puits de potentiel. Lasers avec "distributed feedback" et quelques aspects de l'optique intégrée.

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

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : GENIE MEDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTEME CARDIO-VASCULAIRE

Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts et méthodes de la physique de la matière vivante.
Présenter les phénomènes physiques observés dans le système cardio-vasculaire et les modèles utiles à leur interprétation.

CONTENU

- **Introduction :**
  Physique de la matière vivante, éléments d'anatomie et de physiologie du système cardio-vasculaire

- **Rhéologie du sang :**
  Constituants du sang; comportement non-newtonien; effet Fahraeus-Lindquist; propriétés électriques

- **Biomécanique et hémodynamique cardiaque :**
  Electrophysiologie; activité mécanique du coeur; propriétés élastqieus du muscle cardiaque; éjection dans le système artériel, effet Windkessel

- **Système artériel :**
  Structure, propriétés élastiques et modèle de la paroi artérielle; écoulement pulsé dans un tube rigide, modèle de Womersley; propagation des ondes de pression et de vitesse dans un tube élastique; équation de Moens-Korteweg; atténuation et réflexions d'ondes; modèles du système artériel; interactions sang-paroi artérielle

- **Microcirculation :**
  Hémodynamique des capillaires; phénomènes de transport de masse

- **Système veineux :**
  Propriétés élastiques de la paroi; écoulement dans un tube collabable; phénomène "waterfall"

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de base de physique, mécanique et mathématiques du premier cycle
Préparation pour : Génie médical II

Titre : GENIE MEDICAL II : TECHNIQUES BIOMEDICALES

Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Interaction ondes électromagnétiques - matière vivante :**
  Absorption, diffusion, fluorescence; applications médicales du laser

- **Interaction ondes mécaniques - matière vivante :**
  Absorption, diffusion, réflexions; effet Doppler, applications médicales des ultrasons

- **Méthodes de mesure de paramètres physique :**
  Pression artérielle; débit sanguin; activité électrique et magnétique

- **Principes physiques des techniques d'imagerie:**
  Radiologie à rayons X; imagerie par résonance magnétique; échographie; tomographie par émission de positrons; thermographie

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE III

Enseignant : P. ERDOES, Professeur UNIL

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Approfondir les connaissances de la mécanique statistique et discuter ses applications, surtout à la physique du solide.

CONTENU

Principes fondamentaux de la statistique classique et quantique. Mouvement Brownien. Théorie cinétique des gaz. La seconde quantification. Gaz électronique dégénéré. Supraconductibilité. Théorie de transport. Equation de Boltzmann. Diffusion, conductibilités électrique et thermique. La fonction de Green. Formule de Kubo-Greenwood.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathédra. Exercices en classe et à la maison

DOCUMENTATION: Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique I, II. Physique quantique I et II

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE IV

Enseignant : P. ERDOES, Professeur UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Approfondir les connaissances de la mécanique statistique et discuter ses applications, surtout à la physique *du solide.*

CONTENU

Solides désordonnés : alliages et structures amorphes. Percolation. Théorie de Bragg - Williams et l'approximation du potentiel cohérent. Phonons à la présence d'impuretés. Para- et diamagnétisme. Ferro-, antiferro- et ferrimagnétisme. Méthode du champ moléculaire et autres méthodes d'approximation en théorie du magnétisme. Ondes de spin et ondes de densité de spin.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison.

DOCUMENTATION : Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique III.
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE

Enseignant : P. ERDOES, Professeur UNIL

Heures totales : 45 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique biologique.

CONTENU

1. La cellule comme élément de base de l'être vivant, sa structure et son rôle.
2. Eléments structuranx de la matière vivante au niveau moléculaire : amino-acides, protéines, acides nucléiques.
3. Le code génétique et la théorie de l'information.
4. Electrodynamique du nerf.
5. Réseaux neuroniques. Modèles de la mémoire et de l'acquisition du savoir.
6. Neuroéthologie par ordinateur. C. elegans et P. computatrix.
7. Application de la résonance magnétique nucléaire en biologie. Tomographie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Leçons et séminaires avec la participation des étudiants
Exercices en classe.

DOCUMENTATION : Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique théorique
Préparation pour : Travaux individuels de recherche

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE

Enseignant : P. ERDOES, Professeur UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique biologique.

CONTENU

1. Rappel des éléments de la mécanique statistique.
   Modèle de Ising et ses applications dans la biophysique.
2. Structure et transformation des macromolécules. Chaînes polypeptides et hélices.
3. Thermodynamique des acides deoxyribonucléiques.
4. Processus mécanochimiques. Muscles, flagella, etc.
5. Effets biologiques de la radiation ionisante.
6. Modèles mathématiques des collectifs biologiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Leçons et séminaires avec la participation des étudiants.
Exercices en classe.

DOCUMENTATION : Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Travaux individuels de recherche.

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE I

Enseignant : Ph. CHOQUARD, A. BALDERESCHI, Professeurs EPFL/DP

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

I. Généralités

1. Opérations mathématiques de base
2. Equations différentielles ordinaires
3. Dynamique moléculaire
4. Minimisation d'une fonction multivariable
5. Méthodes de Monte Carlo
6. Algorithme de Métropolis.

II. Choix d'applications

1. Expérimentation numérique en Mécanique
   1.1 Le modèle du fléau et de la boussole
   1.2 Le modèle de Hénon-Heiles
   1.3 Le modèle de Toda
   1.4 Effets non-linéaires dans la chaîne uni-dimensionnelle (modèle de Fermi-Pasta-Ulam)
2. Expérimentation numérique en Mécanique Statistique
   2.1 Le modèle des bâtonnets durs
   2.2 Le modèle du gaz d'électrons à une dimension
   2.3 Systèmes coulombiens classiques à une dimension
   2.4 Le modèle des disques durs à deux dimensions
   2.5 Le modèle du plasma à une composante et deux dimenstions
   2.6 Modèle et simulation d'un système de connexion
   2.7 Recuit simulé

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

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique statistique + cours de programmation
Préparation pour : Expérimentation numérique II

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE II

Enseignant : J. LIGOU, Professeur titulaire EPFL/DP & K. APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition de notions de base nécessaires pour pouvoir faire des simulations numériques en physique impliquant la résolution d'équations aux dérivées partielles ou intégrodifférentielles.

CONTENU

Méthodes de discrétisation: différences et éléments finis, transformée de Fourier.

Equations paraboliques, hyperboliques et elliptiques.

Equations raides (stiff).

Problèmes stationnaires, d'évolution et de valeur propre.

Erreurs de discrétisation et leur interprétation physique.

Applications: problèmes de diffusion (chaleur, particules); propagation d'ondes linéaires et non-linéaires, solitons; équations de Poisson, de Maxwell, de Schrödinger et de Boltzmann.

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

DOCUMENTATION : S.E. Koonin - Computational Physics / R.D. Richtmyer et E.W. Morton - Différence Methods for Initial Value Problems / G. Strang et G.J. Fix - An Analysis of the finite Element Method / J. Killeen - Methods in Computational Physics, Vol. 16.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : RELATIVITE ET COSMOLOGIE I, II

Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP

Heures totales : 45 / 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Relativité restreinte :
Transformation de Lorentz. Tenseur énergie-impulsion. Systèmes de particules; électrodynamique; hydrodynamique

Relativité générale :
Principe d'équivalence; effet gravito-optique. Variétés pseudo-riemaniennes. Principe de covariance générale; effets de la gravitation. Equations d'Einstein; solution extérieure et intérieure de Schwarzschild; tests classiques de la théorie; trous noirs, équilibre stellaire.

Cosmologie :
Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de géométrie riemannienne et de relativité générale.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique (cours de relativité restreinte).

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE III

Enseignant : J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Partant des bases acquises dans les cours de Physique quantique I et II, présenter les méthodes de la mécanique quantique pour la description des atomes, des molécules, des solides, des noyaux et des particules élémentaires.

CONTENU

1. Systèmes de particules indiscernables.
2. Symétries et groupes en mécanique quantique.
3. Atomes, molécules, solides, noyaux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique I et II.
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE IV

Enseignant : J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....		☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Partant des bases acquises dans les cours de Physique quantique I et II, présenter les méthodes de la mécanique quantique pour la description des atomes, des molécules, des solides, des noyaux et des particules élémentaires.

CONTENU

Introduction à la théorie relativiste des champs quantifiés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique I, II et III.
Préparation pour :

Titre : THEORIE QUANTIQUE DES COLLISIONS

Enseignant : G. WANDERS, Professeur UNIL

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Cours avancé de mécanique quantique.

CONTENU

1. Théorie classique de la diffusion d'une particule par un potentiel.
2. Description quantique de la diffusion par un potentiel.
3. Méthodes de calcul des amplitudes de diffusion.
4. Eléments de la théorie générale des collisions. Matrice S.

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

DOCUMENTATION : Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE III, IV

Enseignant : Th. COURVOISIER, Suppléant UNIL

Heures totales : 60/40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Connaissance de base sur les étoiles, les objets compacts et la matière interstellaire.

CONTENU

Etude des étoiles et des stades finaux de leur évolution. Propriétés de la matière interstellaire. La mesure des distances en astronomie servira de fil conducteur pendant le semestre d'hiver. Le semestre d'été sera consacré à l'étude de l'organisation de la matière dans l'univers : amas d'étoiles, galaxies, amas de galaxies et très grandes structures. Modèles géométriques de l'univers à l'échelle cosmologique.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE

Enseignant : H. MATZINGER, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

Chapitres choisis de mathématiques appliquées

(Calcul des variations, transformations de Laplace, etc. ....)

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 EPFL/DMA

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

Chapitres choisis de mathématiques appliquées

(Calcul des variations, transformation de Laplace, etc. ...)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE DES EQUATIONS AUX DERIVEES PARTIELLES

Enseignant : J. DESCLOUX, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le but du cours est de fournir les bases théoriques nécessaires à l'étude mathématique de la méthode des éléments finis pour la résolution numérique des équations elliptiques.

CONTENU

- Formes bilinéaires. Formulations faibles d'équations elliptiques. Approximations par la méthode de Galerkin.

- Définition des espaces de Sobolev $H^m(\Omega)$. Opérateurs régularisants. Théorèmes de densité. Théorèmes d'injection. Théorème de Rellich. Inégalité de Poincaré. Notion de trace.

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

DOCUMENTATION : P.A. Raviart, J.M. Thomas : Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles.
Masson, Paris, 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire I et II. Analyse I, II, III, IV.
Préparation pour : Calcul scientifique, simulation numérique.

Titre : ANALYSE NUMERIQUE DES EQUATIONS AUX DERIVEES PARTIELLES

Enseignant : J. DESCLOUX, Professeur EPFL/DMA

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le but du cours est de fournir les bases théoriques nécessaires à l'étude mathématique de la méthode des éléments finis pour la résolution numérique des équations elliptiques.

CONTENU

- Définition des espaces de type éléments finis. Exemples d'éléments triangulaires et quadrangulaires.
- Lemme de Bramble. Estimations d'erreur d'interpolation.
- Application de la méthode des éléments finis au problème de Poisson.

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

DOCUMENTATION : P.A. Raviart, J.M. Thomas : Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles. Masson, Paris, 1983

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire I et II. Analyse I, II, III, IV

Préparation pour : Calcul scientifique, simulation numérique

Titre : EQUATIONS DIFFERENTIELLES ORDINAIRES I

Enseignant : B. DACOROGNA, chargé de cours EPFL/DMA

Heures totales : 45 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Apprendre les notions de base sur les équations différentielles ordinaires.

CONTENU (valable pour les deux semestres)

- Existence et unicité locale
- Dépendance continue des solutions
- Stabilité
- Systèmes périodiques
- Théorème de Floquet
- Systèmes de Sturm-Liouville
- Fonctions de Green
- Théorème de Poincarré-Bendixson

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Premier cycle

Préparation pour :

Titre : EQUATIONS DIFFERENTIELLES ORDINAIRES II

Enseignant : B. DACOROGNA, chargé de cours EPFL/DMA

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	6 ou 8	☐	☐	X	X	☐
Physique	8	☐	☐	X	X	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

cf cours du semestre d'hiver

CONTENU

cf cours du semestre d'hiver

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours du semestre d'hiver

Préparation pour :

Titre : MODELISATION ET SIMULATION I

Enseignant : D. BONVIN, Professeur EPFL/DME

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Informatique (IT).....	5, 7	☐	☐	X	X	☐
Mécanique.....	7	☐	☐	X	X	☐
Physique	7	☐	☐	X	X	☐
Electricité (GE - Pilier 3).....	7	☐	☐	X	X	☐
Microtechnique.....	7	☐	☐	X	X	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULAB).

CONTENU

Modélisation :
Processus, systèmes et modèles. Classes de modèles. Objectifs de la modélisation. Exemples.

Modèles non paramétriques :
Réponse indicielle. Méthode de corrélation. Analyse fréquentielle. Analyse spectrale. Utilisation de MATLAB.

Modèles de représentation paramétriques :
Choix de la structure. Identification des paramètres. Validation du modèle. Utilisation de MATLAB.

Modèles de connaissance :
Procédure de modélisation. Exemples mécaniques, électroniques, électromécaniques, hydrauliques et thermiques. Identification des paramètres.

Simulation de systèmes dynamiques à variables continues :
Objectifs de la simulation. Intégration numérique. Analyse des résultats. Identification et validation. Utilisation de SIMULAB.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage Automatique I et II.
Préparation pour : Modélisation et Simulation II.

Titre : MODELISATION ET SIMULATION II

Enseignant : D. BONVIN, Professeur EPFL/DME

Heures totales : 20 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Informatique (IT).....	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (GE - Pilier 3).....	8	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une classe importante de systèmes dynamiques, les systèmes à événements discrets, représentatifs de nombreux processus techniques modernes tels les ateliers flexibles, les systèmes de service ou de transport, les réseaux de communication.

CONTENU

Rôle de la simulation discrète
Eléments de base des systèmes dynamiques à événements discrets
Rappels statistiques
Chaînes de Markov
Techniques de modélisation
Eléments de la simulation
Analyse des résultats
Vérification et validation des modèles

Exercices
Mini-projets de simulation avec le logiciel MicroSaint

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation d'un logiciel moderne de simulation discrète (MicroSaint).

DOCUMENTATION: Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Modélisation et Simulation I (conseillé).
Préparation pour :

Titre : TRAITEMENT DES SIGNAUX ET IMAGES II

Enseignant : J.M. VESIN, Chargé de cours EPFL/DE

Heures totales : 30 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electricité	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique (II)	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est dédié à l'enseignement de différentes techniques avancées de traitement du signal. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que la conception de filtres et le filtrage, le filtrage adaptatif, la prédiction linéaire des signaux et l'analyse spectrale.

CONTENU

Elaboration de filtres numériques : description générale des propriétés des filtres RIF et RII. Synthèse des filtres RIF par les méthodes d'interpolation, d'approximation au sens de la norme L^2 et d'approximation au sens de la norme L^∞. Synthèse des filtres RII par les méthodes de transposition de filtres analogiques (Butterworth, Chevychev I et II et elliptique) et de transformations fréquentielles. Exemples d'application.

Systèmes adaptatifs : propriétés des systèmes adaptatifs. Description de la méthode du filtrage adaptatif. Application aux signaux stationnaires (algorithmes de Newton et gradient). Application aux signaux non stationnaires (algorithmes des moindres carrés moyens LMS et des moindres carrés récursifs RLS). Exemple d'application.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices en classe et sur ordinateur.
DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'Electricité, polycopié distribué au cours.
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux.
Préparation pour : Projets de semestre, projets de diplôme, thèses de doctorat.

Titre : TRAITEMENT DES SIGNAUX ET IMAGES III

Enseignant : M. KUNT, Professeur EPFL/DE

Heures totales : 20 | *Par semaine :* *Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Electricité	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique (II)	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est dédié à l'enseignement de différentes techniques avancées de traitement du signal. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que la conception de filtres et le filtrage, le filtrage adaptatif, la prédiction linéaire des signaux et l'analyse spectrale.

CONTENU

Prédiction linéaire des signaux : but de la prédiction linéaire. Etude du modèle autorégressif AR. Exemples d'application.

Analyse spectrale : but de l'analyse spectrale. Eléments d'estimation statistique (distribution de probabilité, biais, variance, intervalle de confiance). Analyse spectrale non paramétrique (périodogramme simple, périodogramme moyenné, périodogramme lissé, estimateur de Capon). Analyse spectrale paramétrique (modèle AR, modèle MA, modèle ARMA). Comparaison des différentes méthodes d'analyse spectrale.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices en classe et sur ordinateur.
DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'Electricité, polycopié distribué au cours.
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux.
Préparation pour : Projets de semestre, projets de diplôme, thèses de doctorat.

Titre : SYSTEMES LOGIQUES

Enseignant : E. SANCHEZ, Professeur titulaire EPFL/DI

Heures totales : 60 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Informatique.....	1	X				X
Physique.....	7			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.
6. **CIRCUITS LOGIQUES PROGRAMMABLES**
   Introduction à la programmation des systèmes logiques combinatoires et séquentiels. Utilisation de différents types de circuits programmables (PAL, EPLD).

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.

Titre : SYSTEMES MICROPROGRAMMES

Enseignant : D. MANGE, Professeur EPFL/DI

Heures totales : 40 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Informatique.....	4	X				X
.....						
.....						
.....						

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'instructions : 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 : afectation, 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 : Conception des processeurs (à option).