

ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1991-1992

Plan d'études

de la section de Physique

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

**valable seulement
pour l'année académique 1991/92**

Chef de département	Proi. J.-L. Martin
Président de la commission d'enseignement	Prof. J. Buttet
Conseillers d'études	
: 1ère année	Prof. W. Benoit
: 2ème année	Prof. A. Baldereschi
: 3ème année	Prof. F.K. Reinhart
: 4ème année	Prof. J. Buttet
: diplômants	Prof. A. Châtelain
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		
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
Matière	Enseignants																			
Mathématiques:																				
Analyse I,II (en français) ou	Zwahlen	DMA	4	4		4	4													200
Analyse I,II (cours en allemand)	Senmler	DMA	4	4		4	4													200
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	<2>																	
Analyse III,IV	Chatterji	DMA							3	2		3	2							125
Algèbre linéaire I,II	Boëchat	MAF	3	2		3	2													125
Probabilité et statistique I	Morgenhaler	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	Martin J.-L.	DP				4	2													60
Atelier mécanique	Benot	DP				<2>														
Introduction à la métrologie	Schaller/Gremaud	DP	1		3															60
Physique générale II,III	Châtelain A.	DP							4	2		4	2							150
Mécanique analytique	Wanders	PHF										4	2							60
Electronique I,II	Enz	DE							2		2	2		2						100
Physique TPD	Benot	DP									4			4						100
Physique TPA	Benot	DP														8			8	200
Expérimentation numérique TP	Baldereschi	DP							2			2								50
Chimie:																				
Chimie appliquée	Lerch/Plattner/Javet	DC	3	1																60
Construction:																				
Construction	Ziegenhagen/Savio	DP														4				60
Physique théorique:																				
Physique théorique I+II	Künz+Choquard	DP													2	1		2	1	75
Physique quantique I+II	Quattropani+Martin Ph.	DP													2	2		2	2	100
Physique de la matière condensée:																				
Cristallographie I	Schwarzenbach	PHF							2	2										60
Physique du solide I,II	Buttet	DP													2	2		2	2	100
Electrodynamique	Tran	DP													2	2				60
Physique nucléaire, corpusculaire, des plasmas et de transformation d'énergie:																				
Physique des plasmas	Tran	DP																2	2	40
Physique nucléaire I,II	Gailloud	PHF													2	1		2	1	75
Informatique:																				
Programmation I	Petitpierre	DI	2		2															60
Enseignement non technique :																				
Instruments de travail	Divers	UHD	<2>			<2>			<2>			<2>			<2>			<2>		
HTE (I)	Profs divers														2			2		50
1) Droit I,II	Haldy J.	DMT													2			2		50
Gestion d'entreprise I,II	Raffourmier	DE													2			2		50
Physiologie et représentation du monde extér.	De Ribaupierre	PHF													2			2		50
Introduction aux sciences humaines	Csillaghy+Bassand	DA													2			2		50
Divers:																				
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP														2			2	50
Préparation projet d'ingénieur	Profs divers/Jirousek	DP/DGC																	2	20
* Mesures des déformations	Jacquot	DGC																		
(obligatoire pour les étudiants effectuant le projet d'ingénieur en mesure des déformations)																				
Totaux : Tronc commun			16	9	5	18	13		15	9	8	15	8	8	12	10	12	14	10	8
Totaux : Par semaine			30			31			32			31			34			32		
Totaux : Par semestre			450			310			480			310			510			320		

PHYSIQUE

III

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	Borel, Buttet, Châtelain A., Kern, Monot								
Physique théorique	Choquard, Gruber Ch., Kunz, Martin Ph., Quattropani								
Physique des semi-conducteurs	Baldereschi, Fivaz, Lévy, Margantondo								
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	Salahe								
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	DP			4				60
Cours à option :									
Minimum d'heures exigé			10	5		10	5		375
Groupe 1: Physique de la matière condensée									
Chapitres choisis de physique statistique I-II	Kunz+Martin Ph.	DP	2	/		2	/		75
Propriétés électroniques du solide I-II	Quattropani/Baldereschi+Baldereschi	DP	2	/		2	/		75
Phonons I-II	Bruesch+Choquard	DP/PHF	2	/		2	/		75
Electrodynamique et optique quantique	Reuse	DP	2	/		2	/		75
Physique métallurgique I-II	Schaller+Gremaud	DP	2	/		2	/		75
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I-II	Martin J.-L.+Gothardt	DP	2	/		2	/		75
Investigation expérimentale de la matière condensée I,II **	vacat	DP	2	/		2	/		75
Chapitres choisis d'optique	Reinhart	DP	2	/		2	/		75
Physique des surfaces	Bruesch/Monot+Kern	DP	2	/		2	/		75
Processus électroniques et photoniques dans les semi-conducteurs	Ilegems	DP	2	/		2	/		75
Fluides quantiques I-II	Martin Ph.+Pavuna	DP	2	/		2	/	4*	83
Groupe 2 : Physique nucléaire, corpusculaire, des plasmas et de transformation d'énergie									
Physique des plasmas III,IV	Appert+Bondeson	DP	2	/		2	/		75
Modèles et réactions nucléaires	Joseph	PHF	2	/		2	/		75
Particules élémentaires	Gailloud	PHF	2	/		2	/		75
Complément de TP de physique nucléaire	Gailloud	PHF			4				60
Fusion contrôlée	Lister	DP	2	/					45
Techniques spéciales physiques des plasmas	Heym	DP				2	/		30
Physique des neutrons	Ligou	DP	2	/					45
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldy P.-A.	DP				2	/		30
Accélération des particules	Weill	PHF	2						30
Détection des particules	Loude	PHF				2			20
Physique du laser I-II	Quattropani/Schwendmann+Salahe	DP	2	/		2	/		75
Groupe 3 : Physique théorique									
Physique théorique III + IV	Solyom+Erdoes	PHF	2	/		2	/		75
Expérimentation numérique	Bonomi+Ligou/Appert	DP	2	/		2	/		75
Chaos et phénomène non-linéaire	Kunz	DP				2	/		30
Physique quantique III,IV	Loeffel	PHF	2	/		2	/		75
Relativité et cosmologie	Gruber Ch.	DP	2	/		2	/		75
Chapitres choisis de physique théorique	Amoretti+Erdoes	PHF	2	/		2	/		75
Théorie quantique des collisions	Wanders	PHF	2	/					45
Totaux : Tronc commun			10	6	14	10	6	14	
Totaux : Par semaine				30			30		
Totaux : Par semestre				450			300		

IV

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES
ÉTUDES DE LA SECTION
DE PHYSIQUE DE L'EPFL**
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1991)

du 28 juin 1991

Le Conseil des écoles polytechniques fédérales

vu l'article 28 de l'ordonnance générale du contrôle des études à l'EPFL du 28.6.91

arrête

Article premier - Champ d'application

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

Examens propédeutiques

Article 2 - Examen propédeutique I

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

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

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

9. Introduction à la métrologie, Laboratoire (hiver)	1
10. Programmation I, projet (hiver)	1

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

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

Art. 3 - Examen propédeutique II

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

	coefficient
1. Analyse III,IV (écrit)	2
2. Méthodes mathématiques de la physique I,II (oral)	1
3. Physique générale II,III (oral)	1
4. Physique générale II,III (écrit)	1
5. Mécanique analytique (écrit)	1
6. Cristallographie I (oral)	1
7. Probabilité et statistique I (écrit)	1

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

8. Physique, Laboratoire (hiver)	1
9. Physique, Laboratoire (été)	1
10. Electronique I,II, Laboratoire (hiver+été)	1
11. Expérimentation numérique, TP (hiver+été)	1

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

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

Examens de promotion

Art. 4 - Examen de promotion de 3ème année

1 L'examen de promotion de 3ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
Session de printemps	
1. Physique théorique I (oral)	1
2. Electrodynamique (oral)	1
3. Physique du solide I (oral)	1
4. Physique nucléaire I (oral)	1
Session d'été	
5. Physique théorique II (oral)	1
6. Physique des plasmas (oral)	1
7. Physique du solide II (oral)	1
8. Physique nucléaire II (oral)	1

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

9. Physique, laboratoire (hiver)	1
10. Physique, laboratoire (été)	1
11. Physique nucléaire, laboratoire (été)	1
12. Constructions, projets (hiver)	1
13. HTE (hiver+été)	1

3 L'examen de promotion de 3ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

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

Art. 5 - Cours à option

1 En 4ème année, l'étudiant choisit 5 cours-années. Le choix des cours à option doit être ratifié par le conseiller d'études.

2 Les cours à option, organisés par le Département de Physique, par d'autres départements et par la Faculté des sciences de l'UNIL, peuvent être choisis avec l'accord du conseiller d'étude. Ils sont répartis en trois groupes notés 1), 2) et 3).

3 Chaque année, le Département de physique établit un catalogue répartissant les cours selon les trois groupes. Dans la règle, le groupe 1) comprend les cours de physique de la matière condensée, le groupe 2) les cours de physique nucléaire, corpusculaire, des plasmas et de transformation d'énergie, et le groupe 3) tous les autres cours agréés par le Département de physique.

4 Selon l'orientation des Travaux pratiques IV, certains cours à option peuvent être imposés.

5 Les 4 heures de TP de Physique nucléaire comptent pour 2 heures de cours.

Art. 6 - Examen de promotion de 4ème année

1 L'examen de promotion de 4ème année porte sur les branches pratiques suivantes:

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

2 L'examen de promotion de 4ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques 1 à 4.

3 Les travaux pratiques mentionnés à l'alinéa 1 peuvent être effectués selon l'orientation de diplôme dans tout institut ou laboratoire moyennant l'accord du Département de physique.

Examen final de diplôme

Art. 7 - Epreuves de l'examen final (EF)

1 L'examen final de diplôme comprend six épreuves dans les branches théoriques suivantes:

1. Physique quantique (3ème année)	coefficient
2 à 6 Cinq cours-années de 2ème cycle	1
selon l'art. 5	1

2 Pour les cours-années de 2ème cycle, les groupes 1) et 2) font l'objet chacun d'une épreuve au minimum et trois épreuves au maximum, le groupe 3) fait l'objet de deux épreuves au maximum mais au plus une dans un autre département.

Art. 8 - Travail pratique de diplôme (TPD)

1 Pour pouvoir entreprendre le TPD, le candidat doit avoir obtenu

une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les épreuves théoriques mentionnées à l'art. 7.

2 La durée du TPD est de quatre mois.

Dispositions finales

Art. 9 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de Physique de l'EPFL du 26 juin 1990 est abrogé.

Art. 10 - Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 1er janvier 1992.

28 juin 1991

Au nom du Conseil des Ecoles
polytechniques fédérales:

Le président, Crottaz
Le secrétaire général, Fulda

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'examen auprès du secrétariat général. Si ce retrait a lieu dans les quinze jours précédant le début de la session d'examen, 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'examineur dans les six mois qui suivent l'examen.

² La consultation est régie conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative.¹⁾

Art. 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 Examineurs

- 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'examineur 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'examineur 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 des 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 1980¹⁾ 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

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
COURS OBLIGATOIRES			
Analyse I, II	Zwahlen	1er, 2e	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	Martin J.L.	2e	17
Atelier de mécanique	Gremaud	1er	18
Introduction à la métrologie	Gremaud Schaller	1er	19
Chimie appliquée	Plattner, Javet Lerch	1er	20
Physique générale II, III	Châtelain	3e, 4e	21/22
Mécanique analytique	Wanders	4e	23
Cristallographie I	Schwarzenbach	3e	24
Electronique I, II	Enz	3e, 4e	25/26
Expérimentation numérique	Baldereschi	3e, 4e	27/28
Travaux pratiques de physique	Gremaud Dimitropoulos	3e, 4e 5e, 6e	29/30 31/32
Construction	Ziegenhagen Savoie	5e	33
Physique théorique I	Kunz	5e	34
Physique théorique II	Choquard	6e	35
Physique quantique I	Quattropani	5e	36
Physique quantique II	Martin Ph.	6e	37
Physique du solide I, II	Buttet	5e, 6e	38/39
Electrodynamique/ Physique des plasmas I	Tran	5e, 6e	40/41
Physique nucléaire I, II	Gailloud	5e, 6e	42/43

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
HTE : Droit I, II	Haldy	5e, 6e	44/45
HTE : Gestion d'entreprise I, II	Raffournier	5e, 6e	46/47
HTE : La Technique et les Structures Economiques et sociales	Bassand/Csillaghy	5e, 6e	48
HTE : Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	5e, 6e	49
Mesures des déformations	Jacquot	6e	50

COURS A OPTION

GROUPE 1)

Chap. ch. physique statistique I	Kunz	7e	51
" " " " II	Martin Ph.	8e	52
Propriétés électroniques du solide I	Quattropani/ Baldereschi	7e	53
" " " " II	Baldereschi	8e	54
Electrodynamique et Optique quantiques	Reuse	7e, 8e	55
Physique métallurgique I	Schaller	7e	56
" " " " II	Gremaud	8e	57
Physique de la microanalyse et microscopie électronique I, II	Martin J.L. Gotthardt	7e 8e	58 59
Invest.exp.matière condensée I,II	vacat	7e, 8e	60
Chap. choisis d'optique I, II	Reinhart	7e, 8e	61/62
Phonons I	Brüesch	7e	63
Phonons II	Choquard	8e	64
Physique des surfaces I	Brüesch/Monot	7e	65
Physique des surfaces II	Kern	8e	66
Proc.électroniques et photoniques dans les semiconducteurs I, II	Ilegems	7e, 8e	67/68
Fluides quantiques I	Martin Ph.	7e	69
Fluides quantiques II	Pavuna	8e	70

GROUPE 2)

Physique des plasmas II	Appert	7e	71
Physique des plasmas III	Bondeson	8e	72
Modèles et réactions nucléaires	Joseph	7e, 8e	73/74
Physique des particules élémentaires	Gailloud	7e, 8e	75/76
Fusion contrôlée	Lister	7e	77
Techn.spéc.physique des plasmas	Heym	8e	78

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Physique des neutrons	Ligou	7e	79
Aspects phys.de la production d'énergie	Haldi	8e	80
Accélération des particules	Weill	7e	81
Détection des particules	Loude	8e	82
Physique du laser I	Schwendimann/ Quattropani	7e	83
Physique du laser II	Salathé	8e	84

GROUPE 3) Physique

Physique théorique III	Solyom	7e	85
" " IV	Erdös	8e	86
Chap.ch. physique théorique	Amoretti	7e	87
" " "	Erdös	8e	88
Expérimentation numérique	Bonomi	7e	89
" "	Ligou/Appert	8e	90
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	91/92
Physique quantique III, IV	Loeffel	7e, 8e	93/94
Théorie quantique des collisions	Wanders	7e	95
Astronomie et astrophysique III, IV	Courvoisier	7e, 8e	96/97
Physique des métaux	Steinemann	7e, 8e	98
Phénomène non-linéaire et chaos	Kunz	8e	99

Mathématiques

Méth.math. de la physique	Matzinger	7e	100
" "	Romerio	8e	101
Analyse numérique matricielle	Rappaz	7e	102
" "	Touzani	8e	103
Analyse fonctionnelle et applications I, II	Zwahlen	7e, 8e	104/105
Combinatoire I, II	Prodon	7e, 8e	106/107
Probabilités	Chatterji	7e, 8e	108/109

Branches d'ingénieur

Modélisation et simulation I, II	Bonvin	7e, 8e	110/111
Traitement des signaux et images II, III	Kunt	7e, 8e	1112
Systèmes logiques	Sanchez	7e	113
Systèmes microprogrammés	Mange	8e	114
Energétique du bâtiment	Sarlos/Roulet	7e	115
Physique du bâtiment : héliotechnique	Scartezzini	8e	116

LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Pages</i>
Amoretti	87
Appert	71, 90
Baldereschi	27, 28, 53, 54
Bassand	48
Boéchat	7, 8
Bondeson	72
Bonomi	89
Bonvin	110, 111
Brüesch	63, 65
Buttet	38, 39
Châtelain	21, 22
Chatterji	5, 6, 108, 109
Choquard	35, 64
Courvoisier	96, 97
Csillaghy	48
De Ribaupierre	49
Dimitropoulos	31, 32
Enz	25, 26
Erdös	86, 88
Gailloud	42, 43, 75, 76
Gotthardt	59
Gremaud	18, 19, 29, 30, 57
Gruber	15, 16, 91, 92
Haldi	80
Haldy	44, 45
Heym	78
Ilegems	67, 68
Jacquot	50
Javet	20
Joseph	73, 74
Kern	66
Kunt	112
Kunz	34, 51, 99

Lerch	20
Ligou	79, 90
Lister	77
Loeffel	93, 94
Loude	82
Mange	114
Martin J.L.	17, 58
Martin Ph.	37, 52
Matzinger	100
Monot	65
Morgenthaler	10
Pavuna	70
Petitpierre	9
Pfister	12, 13
Plattner	20
Prodon	106, 107
Quattropani	36, 53, 83
Raffournier	46, 47
Rappaz	11, 102
Reinhart	61, 62
Reuse	55
Romerio	101
Roulet	115
Salathé	84
Sanchez	113
Sarlos	115
Savoie	33
Scartezzini	116
Schaller	19, 56
Schwarzenbach	24
Schwendimann	83
Semmler	3, 4
Solyom	85
Steinemann	98
Stuart	14
Touzani	103
Tran	40, 41
Wanders	23, 95
Weill	81
Ziegenhagen	33
Zwahlen	105

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 Pratiques	
Mathématiques.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté Sci., HEC.....	1	☒	☐	☐	☒	☐

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
- 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.

LIASON 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté Sci., HEC.....	2	☒	☐	☐	☒	☐

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 linéaire 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 Pratiques	
Matériaux.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie civil, Génie rural.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
ME, MI, MA.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
EL, PH, INF	1	☒	☐	☐	☒	☐

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	Pratiques
Matériaux.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Génie civil, Génie rural.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
ME, MI, MA.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
EL, PH, IN	2	☒	☐	☐	☒	☐

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, Algèbre linéaire 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	Pratiques
Mathématiques.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Cours photocopié.

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

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

- Formes bilinéaires et équilineaires: 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 :

<i>Titre : PROGRAMMATION I</i>					
<i>Enseignant : C. PETITPIERRE, Professeur EPFL / DI</i>					
<i>Heures totales : 60</i>	<i>Par semaine : Cours 2</i>	<i>Exercices</i>	<i>Pratique 2</i>		
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>				<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques Pratiques</i>
Physique	1	☒	☐	☐	☐ ☒
Mécanique.....	1	☒	☐	☐	☐ ☒
.....	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 Pratiques	
Génie Civil.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	3	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique, Physique.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique, ETS.....		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts fondamentaux 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.
- Loix discrètes: Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, Poisson, géométrique.
- Loix 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'hypothèses: 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 Pratiques	
Génie Civil.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

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

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 MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE						
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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- 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 MATHÉMATIQUES 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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, exercices en classe.

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse et algèbre linéaire, cours de 3e semestre.

Préparation pour : Mécanique quantique, mécanique analytique.

Titre : GEOMETRIE II						
Enseignant : C. A. STUART, Professeur EPFL / DMA						
Heures totales : 50		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐

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	Pratiques
Electricité.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Physique.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

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 : 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 Pratiques
Physique	2	☒	☐	☐	☒ ☐
Microtechnique	2	☒	☐	☐	☒ ☐
Microtechnique-ETS	2	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

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.

ORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, démonstration et exercices en salle.

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

IAISON AVEC D'AUTRES COURS

réalable requis : Bases du calcul différentiel et intégral
réparation pour :

Titre : ATELIER MECANIQUE							
Enseignant : G. GREMAUD, Adjoint scientifique/DP; H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn./DP							
Heures totales : 30		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches			
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	1	☐	☒	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Acquérir des notions de pratique d'atelier de mécanique fine et de soufflage de verre.

CONTENU

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

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 / DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 1			Exercices Pratique 3	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	1	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- Système d'unités et ordre de grandeurs, calculs d'erreurs
- Electronique
 - sources de courant, de tension
 - mesures de courant, tension, résistances
 - courant alternatif, générateur de fonction, oscilloscope
 - circuits RCL
- Optique
 - réflexion, réfraction, diffraction, lentille simple
 - systèmes optiques simples
- Mécanique
 - capteurs de déplacement, de rotation, de vitesse, de forces, de contrainte, de pression
 - accéléromètre
 - plate-forme d'inertie
- Technique du vide
 - divers types de pompes à vide
 - jauges à vide
 - réalisation d'une enceinte à vide
 - cryogénie
- Electronique et acoustique
 - électronique digitale et analogique
 - amplificateur HI-FI et acoustique
- Thermique
 - 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 : Ph. JAVET, P. LERCH, 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	Pratiques
GC, Méc., Electr.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique	1	☒	☐	☐	☒	☐
GRG.....	1	☒	☐	☐	☒	☐

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 photochimie.
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chimie 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 : A. CHATELAIN, 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	
Physique	3	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
Microtechnique	3	☒	☐	☐	☒	☐
Racc. ETS.....		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 Bernoulli. Dynamique des fluides visqueux, équation de Navier-Stokes. Application à l'écoulement stationnaire dans une conduite, autour d'obstacles simples. Problèmes de stabilité, le nombre de Reynolds, similitude, les tourbillons, la portance.

3. Ondes élastiques et acoustiques

Equation 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 : A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Raccordement ETS.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....	4	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Les bases de la mécanique non-relativiste.**
Equations du mouvement. Les systèmes mécaniques comme systèmes dynamiques: existence, unicité et stabilité des mouvements.
- Formalisme lagrangien.**
Principe de Hamilton et équations d'Euler-Lagrange. Symétries. Systèmes avec liaisons holonomes et non-holonomes, principe d'Alembert. Systèmes lagrangiens définis sur des variétés différentielles.
- 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 : Photocopié 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 : Ch. ENZ, 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 Pratiques	
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☒

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 : Ch. ENZ, Chargé de cours EPFL/DE					
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2		Exercices Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques Pratiques
Physique	4	☒	☐	☐	☒ ☒
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

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		Exercices		Pratique 2		
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
Physique		3	☒	☐	☐	Théoriques		Pratiques
.....			☐	☐	☐	☐		☒
.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐

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 connaît la solution exacte
- Appliquer le code à des systèmes réels et en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Introduction aux stations et au système d'exploitation.

Série d'exercices en relation avec les phénomènes 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. Représentation numérique et graphiques des solutions.

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	4	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 connaît la solution exacte
- Appliquer le code à des systèmes réels et en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Série d'exercices en relation avec les phénomènes 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.

Utilisation de bibliothèques informatiques et de codes spécialisés existants.

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE							
Enseignant : G. GREMAUD, Adjoint scientifique / DP							
Heures totales : 60		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique		3	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....			☐	☐	☐	☐	☒
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

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 :

<i>Titre :</i> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE						
<i>Enseignant :</i> G. GREMAUD, Adjoint scientifique / DP						
<i>Heures totales :</i> 40		<i>Par semaine :</i> Cours		<i>Exercices</i>		<i>Pratique</i> 4
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	4	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications. En particulier, favoriser une assimilation de synthèse (phénomènes classés dans des chapitres différents, mais obéissant aux mêmes lois). Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure ainsi que la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer 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 / DP						
Heures totales : 120		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☐	☒
Mathématiques.....	7	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 / DP						
Heures totales : 80		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☐	☒
Mathématiques.....	8	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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	
Physique	5	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 THEORIQUE I						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL / DP						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté.....	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la théorie classique des champs et de la mécanique statistique de l'équilibre.

CONTENU

Théorie classique des champs : Limite du contenu. Formalisme lagrangien et équations d'Euler-Lagrange. Théorèmes de conservation et de Noether. Le champ électromagnétique. Ondes solitaires et solitons. Mécanique statistique : Ensemble microcanonique classique et ergodicité. Limite thermodynamique de l'entropie et stabilité thermodynamique. Ensemble canonique et grand-canonique. Equivalence des ensembles et thermodynamique.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques du 1er cycle
Physique théorique.

Préparation pour : Physique théorique III et IV.

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE 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 Pratiques	
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Mécanique statistique quantique: indiscernabilité des particules. Ensembles macrocanonique, canonique et grand canonique. La statistique de Fermi-Dirac.

La statistique de Bose-Einstein. La condensation de Bose-Einstein.

Applications.

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

DOCUMENTATION:

LIEN AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique I, Mécanique quantique I.

Préparation pour : Physique théorique III.

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

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 : Ph. MARTIN, Professeur titulaire 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	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	6	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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.

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 DU SOLIDE 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	
Physique	5	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 modèle de Sommerfeld : 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 part 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 d'un cristal, modèles de Debye et Einstein, effets anharmoniques.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION: 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 DU SOLIDE II						
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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.

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

Défauts dans les cristaux : thermodynamique des défauts ponctuels, centres colorés, polarons, excitons, dislocations.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION: 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 : ELECTRODYNAMIQUE						
Enseignant : M.Q. TRAN, chargé de cours EPFL/CRPP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 dans le vide**
 - Equations et propriétés générales
 - Représentation en termes d'ondes
 - Applications dans un milieu limité
- II. Electrodynamique relativiste**
 - Notions de relativité
 - Transformation des champs électrique et magnétique
- III. Rayonnement dans le vide**
 - Calcul du champ de rayonnement dû à un système de courants localisés
 - Calcul du champ généré par une particule chargée en mouvement
 - Séparation en champ propre et champ de rayonnement
 - Puissance rayonnée; approximation dipolaire
 - Applications, diffusion Thomson
 - Réaction du champ propre
- IV. Jauges et potentiels**
 - Jauges de Lorentz et de Coulomb
 - Potentiels de Liénard-Wiechert
 - Champ créé par une particule en mouvement uniforme
- V. Formulation hamiltonienne de l'électrodynamique**
- VI. Description macroscopique des champs**
 - Moyennage spatial
 - Milieu solide diélectrique
 - Conducteur
 - Rayonnement Cerenkov
- VII. Le plasma**
 - Caractérisation du plasma (exemples de plasmas et propriétés caractéristiques).

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

DOCUMENTATION : Notes photocopiées, 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, chargé de cours EPFL/CRPP							
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique		6	☒	☐	☐	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

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. **Plasma homogène**
 - Ecrantage de Debye
- II. **Mouvement d'une particule chargée**
 - Mouvement dans des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ inhomogènes
 - Mouvement dans un champ $\vec{E}$ 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

LIASON 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 : PHYSIQUE NUCLEAIRE I						
Enseignant : M. GAILLOUD, Professeur UNIL						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	5	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 II						
Enseignant : M. GAILLOUD, 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 Pratiques	
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité	7	☐	☒	☒	☒	☐
Physique	5	☐	☐	☒	☐	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☒	☐
*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	Pratiques
Electricité.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité.....	8	☐	☒	☒	☒	☐
Physique.....	5	☐	☐	☒	☐	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☒	☐
*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. 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.

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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.
 Acquérir les connaissances nécessaires pour:
 - mesurer les coûts de production et en analyser les variations,
 - prendre des décisions économiquement rationnelles en matière d'investissements.

CONTENU

1. L'entreprise et son environnement
 - l'environnement économique et social
 - le contexte juridique-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	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 : 48		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5, 6	☐	☒	☐	☒	☐
Physique.....	5, 6	☐	☐	☒	☐	☒
Matériaux.....	3, 4	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit :

- avoir assimilé les phénomènes et principes mis en jeu dans chaque groupe de méthodes;
- être en mesure d'imaginer des adaptations de schémas types en fonction de la nature des déformations à mesurer.

CONTENU

- 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 photocopiées.

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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

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

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE 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	
Physique	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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; corrélations 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, Professeur EPFL/DP						
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

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

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, tétraèdres 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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 conjugués.
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 :

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

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, classification 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 limitation 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 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 (contrastés 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.

LIEN 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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.
- Cristallogénèse 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, ...

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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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, télescope).

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Optique des milieux et sources en mouvement:**
Effet de Doppler. Expérience de Fizeau. Effet de Sagnac. Gyroscope optique.
- Dispersion:**
Eléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Effet Faraday. Relations de Kramers-Kronig.
- Optique des cristaux:**
Axes optiques principaux. Activité optique. Symétrie optique des cristaux. Propagation des ondes dans les cristaux. Réfraction double. Prismes de Nicole et de Glan-Thompson. Compensateurs optiques. Applications.
- 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 : P. BRÜESCH, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	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, conductibilité thermique.

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						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	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

Interactions entre électrons et phonons:

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

Phénomènes de conduction électrique:

- équation de transport de Boltzmann
- temps de relaxation
- conductivité des métaux et des semiconducteurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Phonons : Théorie et Expériences I

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES SURFACES I						
Enseignant : P. BRÜESCH, R. MONOT, Professeurs titulaires 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 Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant à la physique des surfaces.

Discussion du rôle des surfaces, interfaces et couches minces pour la recherche et les applications technologiques.

CONTENU

La surface nue :

Introduction - Thermodynamique de la surface - Structure atomique des surfaces - Structure électronique des métaux et semiconducteurs - Dynamique des atomes à la surface.

Méthodes expérimentales :

Vide et ultravide - Diffraction des électrons lents et des rayons X rasants - Interactions élastique et inélastique d'un jet d'hélium avec une surface - Rétrodiffusion de ions rapides - Spectroscopies électroniques (XPS, UPS, Auger) - Microscopes à effet tunnel et à force atomique - Méthodes optiques.

Ces deux thèmes ne seront pas traités successivement mais au fur et à mesure de l'exposé théorique des sujets, on présentera les méthodes expérimentales qui permettent de les vérifier.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique des solides I et II; Physique quantique I, II; Physique théorique I, II; Physique théorique I, II.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES SURFACES II						
Enseignant : K. KERN, Professeur EPFL/DP						
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	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant à la physique des surfaces.

Discussion du rôle des surfaces, interfaces et couches minces pour la recherche et les applications technologiques.

CONTENU

La surface habillée, adsorption:

Physisorption et chemisorption: généralités, aspects thermodynamique, isotherme d'adsorption de Langmuir, mesure de la chaleur d'adsorption.

Structure géométrique: arrangement des atomes et molécules adsorbées, détermination des sites d'adsorption, interaction entre particules adsorbées, transitions de phase.

Structure électronique et adsorption: travail de sortie en présence d'adsorbat, adsorption sur métaux simples, adsorption sur métaux de transition.

Quelques exemples de recherches appliquées.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique des Surfaces I

Préparation pour :

Titre : PROCESSUS ELECTRONIQUES ET PHOTONIQUES DANS LES SEMICONDUCTEURS I						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire les concepts physiques qui sont à la base du fonctionnement des composants électroniques et optoélectroniques à semiconducteurs.

CONTENU

- 1. Introduction :**
Notions de physique du solide appliquées aux semiconducteurs.
- 2. Transport électronique dans des semiconducteurs :**
Conduction à faible champ et champ élevé : équation de Boltzmann, mécanismes de diffusion, conductivité, mobilité, effet Hall, magnétorésistance, transfert entre bandes électrons chauds, effets de saturation de vitesse, effets d'avalanche, courants tunnel à travers une barrière de potentiel et entre états localisés.
- 3. Concentrations et courants hors-équilibre :**
Statistiques hors équilibre, mécanismes de génération-recombinaison, sections de capture, durée de vie et longueur de diffusion, équations de continuité.
- 4. Jonctions et interfaces :**
Jonction métal-semiconducteur, jonction p-n, jonction n-p-n (transistor bipolaire), hétérojonctions isotopes et p-n, interface diélectrique - semiconducteur.
- 5. Dispositifs à effet de champ :**
Structure JFET et MESFET, structure métal-oxyde-semiconducteur, transistor MOSFET.
- 6. Puits quantiques et superréseaux :**
Quantification des états électroniques, transport bidimensionnel, mobilité, quantification sous champ magnétique, effet Hall quantique, effet tunnel résonant.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral.

DOCUMENTATION : Notes polycopies distribuées au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Propriétés électroniques des solides, Physique et technologie VLSI

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROCESSUS ELECTRONIQUES ET PHOTONIQUES DANS LES SEMICONDUCTEURS II						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
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

Introduire les concepts physiques qui sont à la base du fonctionnement des composants électroniques et optoelectroniques à semiconducteurs.

CONTENU

- Interaction radiation-matière dans les semiconducteurs :**
Rayonnement, mécanismes d'absorption, d'émission spontanée, d'émission stimulée, semiconducteurs directs-indirects, interactions avec le réseau, phonons.
- Photodétection :**
Effet photovoltaïque, photoconducteurs, photodiodes, bruit.
- Emission spontanée :**
Relations Sockley-van Roosbroeck, chemins radiatifs et non-radiatifs, photoluminescence, applications.
- Emission stimulée :**
Relations d'Einstein, condition de Bernard-Durrafourg, concept de gain optique, mode d'oscillation, structure et caractéristiques externes des diodes laser, rendement quantique interne, courant de seuil, propriétés d'émission, modulation interne.
- Propriétés optiques et électro-optiques des superréseaux et puits quantiques :**
Résonance excitonique, effets optiques non-linéaires, électroabsorption.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, distribuées au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Propriétés électroniques des solides, Physique et technologie VLSI

Préalable requis :

Préparation pour :

69

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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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	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 non-magnétisé

- Interactions entre ondes et particules (énergie, amortissement de Landau)
- Plasma comme milieu diélectrique, relations de dispersion
- Polarisation, instabilités

III Effets non-linéaires

- Interaction onde-onde et onde-particule
- Instabilités paramétriques

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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) Applications à des configurations droites et toroidales
- 6) Instabilités résistives.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrodynamique, Physique des Plasmas I et II
Préparation pour :

Titre : LES MODELES NUCLEAIRES						
Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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, couplage de moments cinétique, spin et isospin des nucléons. Mouvement quantique dans un champ central. Théorème de Wigner et Eckart. Problème à deux nucléons, propriétés de symétrie de l'interaction forte. Deutéron. Modèle en couches à particules indépendantes. Spin et parité des niveaux nucléaires. Interaction spin-orbite. Moment magnétique dipolaire et moment électrique quadrupolaire. Modèle en couches avec interaction résiduelle de contact. 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 : C. JOSEPH, Professeur UNIL						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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. Probabilité de transition et section efficace. Invariance par renversement du temps. Diffusion par un potentiel central. Approximation de Born. Interaction nucléon-nucléon à basse énergie. Résonances et noyau composé. Le modèle optique. Les réactions directes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique nucléaire.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PARTICULES ELEMENTAIRES						
Enseignant : M. GAILLOUD, Professeur UNIL						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices *) Pratique *)				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Rappel de cinématique relativiste; applications.
- Principes de symétrie et lois de conservation; parité, renversement du temps; conjugaison de charge; isoparité.
- Etats excités des hadrons; détermination des nombres quantiques.
- Groupes de symétrie unitaire; le modèle des quarks.
- Eléments de chromodynamique.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique nucléaire.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PARTICULES ELEMENTAIRES						
Enseignant : M. GAILLOUD, Professeur UNIL						
Heures totales : 22	Par semaine : Cours 2 Exercices *) Pratique *)					
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Equation de Dirac en l'absence et en présence d'un champ.
- Tests des prédictions de l'électrodynamique quantique; le déplacement de Lamb; le moment magnétique anormal des leptons; les collisions e^+e^- aux hautes énergies.
- Processus faibles; constantes de couplage.
- Violations de la parité et de la conjugaison de charge; hélicité du neutrino; interactions des neutrinos dans la matière; les bosons intermédiaires.
- Élément de matrice de l'interaction faible; courants leptonique et hadronique faibles.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique nucléaire.

Préparation pour :

Titre : FUSION CONTROLLEE						
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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- Principes :** Physique nucléaire, types de confinement, bilan d'énergie.
- Confinement inertiel :** Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible, ignition, phénomènes physiques.
- Confinement magnétique :** principes et problèmes du confinement magnétique, configurations ouvertes (striction-théta, miroir), configurations fermées (tokamak, stellarator, striction renversée).
- Le tokamak :** Son fonctionnement en détail, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales typiques.
- Performance du tokamak :** Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression).
- Chauffage additionnel :** Faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes d'Alfvén.
- Confinement :** Les lois empiriques obtenues des tokamaks actuels, le transport anormal, le confinement obtenu lors des expériences avec chauffage additionnel intense.
- 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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 deuxième partie du cours décrit les méthodes de diagnostics actives, c'est-à-dire celles dans lesquelles on irradie le plasma avec un rayonnement et l'on déduit ses paramètres grâce à l'étude de ses propriétés de diffusion, de réfraction, de réflexion ou d'absorption.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Ce cours complète le cycle d'étude formé par les cours de Physique 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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- Rappels de physique nucléaire**
 - Historique : Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
- Fission nucléaire**
 - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
 - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.
- Diffusion des neutrons**
 - Neutrons monocinétiques : faisceaux collimatés et collisions multiples.
 - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.
- Milieux multiplicateurs (réacteurs)**
 - Facteurs de multiplication - Condition critique dans des cas simples.
 - Réacteurs thermiques - Spectres - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale.
- Cinétique des réacteurs**
 - Modèle ponctuel : divergence prompte et différée.
 - Applications pratiques - Cinétique spatiale.
- 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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 XXI^e 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 inertielle, 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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 de particules chargées dans des champs magnétiques et électriques non uniformes. Formes matricielles des solutions, analogies avec les lentilles optiques épaisses; notions de dispersion. Constituants des faisceaux: aimants de courbures à focalisation faible et forte, quadrupoles. Systèmes achromatiques. Application à des expériences de physique: divers types de spectromètres. Le rayonnement synchrotron.
- Systèmes cycliques (accélérateurs et anneaux de stockage). Conditions de stabilité des systèmes cycliques. Fonctions de Mathieu; calculs des fréquences d'oscillations betatrons et des enveloppes des trajectoires. Applications à des accélérateurs et anneaux de stockage.
- L'espace de phase et le théorème de Liouville. Etude de divers phénomènes à l'aide de l'espace de phase; amplification et amortissement des oscillations betatrons: effet du vide, du rayonnement synchrotron, refroidissement stochastique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Quelques chapitres photocopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale.

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

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 impulsions 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 Tchérénekov. Mesures de la position d'impact d'une particule, d'un instant de détection et d'une énergie déposée au moyen de détecteurs impulsions 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	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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, cahpîtres 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 : René SALATHE, Professeur EPFL/CAL						
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 à gaz:**
Construction, propriétés et applications des lasers He-Ne et CO₂, des lasers à ions (Ar, Kr) et des lasers excimers.
- 3. Lasers basés sur l'état solide:**
Principes des lasers rubis, néodyme et à centres F. Modes pulsés: "Spinking, Q-switching et mode-locking"
- 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, photocopie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du laser I donné par R. Schwendimann.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE III						
Enseignant : J. SOLYOM, Professeur suppl. UNIL						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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. Théorie cinétique des gaz. Gaz électronique dégénéré. Liquide quantique : spectre du type de Fermi. Supraconductibilité. Coefficients cinétiques à basses et hautes températures. Electrons d'un solide en champ magnétique. Transition de phase de deuxième ordre. Fluctuations : théorème de fluctuation - dissipation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices.

DOCUMENTATION: Une liste sera distribuée au cours.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique I, 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Théorie de transport, équation de Boltzmann. Diffusion, conductibilités électrique et thermique.

Mouvement Brownien. Transitions de phase. Phénomènes critiques. Groupe de renormalisation statistique. Solides désordonnés : alliages et structures amorphes. Théorie de Bragg - Williams et l'approximation du potentiel cohérent.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique I, II, III. Cours introduction physique du solide.
Préparation pour : Recherche et enseignement.

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE						
Enseignant : G. AMORETTI, Professeur suppl. UNIL						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Explication du comportement des ions magnétiques dans les solides cristallins.

CONTENU

L'ion libre. L'ion dans le cristal : champ cristallin faible, intermédiaire et fort. Théorème de Kramers. Développement du potentiel cristallin. Méthode des opérateurs équivalents. Moments magnétiques, susceptibilité magnétique. Interaction hyperfine et quadripolaire. Interaction d'échange et Hamiltoniens de spin. Supéréchange et ions complexes. Echange anisotrope et échange antisymétrique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices

DOCUMENTATION : Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorie I, II

Préparation pour :

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	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Faire connaissance avec certaines méthodes expérimentales et théoriques utilisées dans l'étude de la matière condensée.

CONTENU

Para- et diamagnétisme. Ferro-, antiferro- et ferrimagnétisme. Méthode du champ moléculaire et l'approximation de Bethe et Oguchi en magnétisme. Résonance magnétique nucléaire et électronique. Théorie de Heitler - London et dérivation du Hamiltonien de Heisenberg. Introduction à l'application de la théorie des groupes dans la physique des cristaux.

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 : Physique théorique I, II et III
Préparation pour : Travaux individuels et recherche.

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE						
Enseignant : E. BONOMI, Chargé de cours EPFL/GASOV						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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
 - 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 dimensions
 - 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 :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE						
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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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 - Difference 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						
Enseignant : Ch. GRUBER, 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	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer la théorie de la relativité générale d'Einstein et de la gravitation universelle.

CONTENU

Limite de validité de la théorie de la gravitation de Newton et de la relativité restreinte. Motivation à l'élargissement de la notion d'espace-temps. Etude des variétés pseudo-riemanniennes. Postulats de la relativité générale. Gravitation du système solaire et tests de la théorie. Evolution de l'Univers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de géométrie riemannienne et de relativité générale.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : RELATIVITE ET COSMOLOGIE II						
Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP						
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	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Exposer les conséquences de la relativité générale en cosmologie locale et globale.

CONTENU

Théorie de Maxwell. Les champs de gravitation forts.Trous noirs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de relativité et de cosmologie.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de relativité et gravitation ou équivalent.

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	
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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	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	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						
Enseignant : Th. COURVOISIER, Suppléant UNIL						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Le fil conducteur du cours sera la notion de distance et sa mesure sur des échelles allant du système solaire à des distances cosmologiques. La mesure des distances astronomiques demande en effet une bonne compréhension des propriétés des corps célestes telles les étoiles, les supernovae et les galaxies. De plus, la matière interstellaire modifiant l'aspect des objets étudiés doit aussi être prise en compte. Ce cours permettra donc de passer en revue les principales composantes lumineuses de l'univers.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE IV (Les galaxies et l'Univers)						
Enseignant : T. COURVOISIER, Suppléant UNIL						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude de l'organisation de la matière dans l'univers. Principes de cosmologie observationnelle.

CONTENU

La matière dans l'univers est organisée sous forme d'amas d'étoiles, de galaxies, d'amas de galaxies et de très grandes structures. Sur les plus grandes échelles observables, l'univers est par contre homogène et isotrope. Le cours portera sur l'étude des propriétés de base de ces structures et sur la description géométrique de l'univers à très grande échelle.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES METAUX						
Enseignant : S. STEINEMANN, Professeur 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	Pratiques
Physique	7 + 8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Propriétés macroscopiques, théorie et expérience : Structures et phases, équilibre et non-équilibre, cristallogénèse, métaux non-cristallins.

Propriétés microscopiques : Excitations élémentaires, potentiel adiabatique, cohésion, magnétisme des électrons itinérants, spectroscopie électronique.

R.W. Cahn and P. Haasen, eds : Physical metallurgy, North-Holland, 1984

A.H. Wilson, The theory of metals, Cambridge University Press, 1965

D.C. Wallace, Thermodynamics of crystals, John Wiley & Sons, 1972

N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State physics, Saunders, 1976.

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

DOCUMENTATION : Manuels et notes.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHENOMENES NON-LINEAIRES ET CHAOS						
Enseignant : H. KUNZ, 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	
Physique	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

Illustration de ces phénomènes dans le domaine des fluides (instabilité Rayleigh-Bénard) réactions chimiques (Belousov-Zhabotinsky), mécanique (boussole, pendule amorti).

Bifurcation

Stabilité linéaire de points d'équilibre. Bifurcation simple. Bifurcation de Hopf. Illustration: oscillateur paramétrique, oscillateur amorti, équation de van der Pol.

Transition vers le chaos

Mouvement quasi-périodique. Cascade de bifurcation. Phénomènes d'intermittence. Discussion simple d'une application unidimensionnelle. (Feigenbaum). Illustration: instabilité Bénard, pendule amorti.

Certains exemples seront discutés de manière plus détaillée.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION : Livre de P. Bergé, Y. Pomeau, Ch. Vidal: L'ordre dans le chaos.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE, "Calcul tensoriel"						
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 Pratiques	
Mathématiques.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours familiarise l'étudiant avec ce qu'on pourrait appeler "le calcul tensoriel classique".

A la fin du cours, l'étudiant devrait être capable de lire des livres ou publications qui font usage du "calcul tensoriel". Dans un contexte simple, il devrait aussi savoir lire un texte utilisant des notions "modernes" et le traduire en langage "classique" du calcul tensoriel et vice-versa.

CONTENU

1ère partie : Algèbre tensorielle

Rappel de notions d'algèbre linéaire et "traduction" en langage tensoriel.

2ème partie : Analyse tensorielle

Exemples de notions de géométrie différentielle, formulée en langage tensoriel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : METHODES MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE, "Théorie élémentaire des distributions"						
Enseignant : M. V. ROMERIO, 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	
Mathématiques.....	6 ou 8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Permettre à l'étudiant de se familiariser avec la théorie élémentaire des distributions de Schwartz

CONTENU

Espace de fonctions test - définition et propriétés fondamentales des espaces de distributions - convolution - transformation de Fourier - transformation de Laplace.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices.

DOCUMENTATION :

LIASON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE MATRICIELLE						
Enseignant : J. RAPPAPAZ, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45	Par semaine :	Cours 2	Exercices 1	Pratique		
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	5, 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique.....	5, 7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

La résolution numérique des équations aux dérivées partielles modélisant des phénomènes physiques conduit souvent à la résolution de grands systèmes algébriques, linéaires ou non.
Le but de ce cours est d'introduire et d'analyser des classes de méthodes itératives pour la résolution de grands systèmes.

CONTENU

- Normes matricielles, rayon spectral, théorèmes de convergence pour des suites de matrices.
- Méthodes itératives pour la résolution de systèmes linéaires : méthode de Jacobi, méthode de Gauss-Seidel, méthodes de relaxation.
- Matrices symétriques définies positives, méthodes de descentes, gradients conjugués avec préconditionnement.
- Méthodes itératives en relation avec des problèmes elliptiques : directions alternées, FFT, méthodes multi-grilles.

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

DOCUMENTATION : P.G. Ciarlet : Analyse Numérique Matricielle et Optimisation. Masson 1982.
O. Axelsson, V.A. Barker : Finite Element Solution of Boundary Value Problems. Academic Press 1984.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : ANALYSE NUMERIQUE MATRICIELLE						
Enseignant : R. TOUZANI, 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	Pratiques
Mathématiques.....	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

La résolution numérique des équations aux dérivées partielles modélisant des phénomènes physiques conduit souvent à la résolution de grands systèmes algébriques, linéaires ou non.

Le but de ce cours est d'introduire et d'analyser des classes de méthodes itératives pour la résolution de grands systèmes.

CONTENU

- Méthodes itératives pour la résolution de systèmes linéaires : méthode de Jacobi, méthode de Gauss-Seidel, méthodes de relaxation.
- Matrices symétriques définies positives, méthodes de descentes, gradients conjugués avec préconditionnement.
- Méthodes itératives en relation avec des problèmes elliptiques : directions alternées, FFT, méthodes multi-grilles.
- Compléments sur la mise en oeuvre sur ordinateur de ces méthodes.

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

DOCUMENTATION : P.G. Ciarlet : Analyse Numérique Matricielle et Optimisation. Masson 1982.
O. Axelsson, V.A. Barker : Finite Element Solution of Boundary Value Problems. Academic Press 1984.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : ANALYSE FONCTIONNELLE ET APPLICATIONS I						
Enseignant : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	5, 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Approfondissement des connaissances et aptitudes en analyse.
- Initiation à l'analyse fonctionnelle.

CONTENU

- Espaces de Banach et de Hilbert.
- Opérateurs linéaires, décomposition spectrale.
- Applications : Equations aux dérivées partielles.

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

DOCUMENTATION : H. Brezis : Analyse fonctionnelle, Masson, Paris 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Premier cycle, connaissances en théorie de l'intégration de Lebesgue souhaitées.

Préparation pour :

Titre : ANALYSE FONCTIONNELLE ET APPLICATIONS II						
Enseignant : B. ZWAHLEN, 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	Pratiques
Mathématiques.....	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Approfondissement des connaissances et aptitudes en analyse.
- Initiation à l'analyse fonctionnelle.

CONTENU

- Calcul différentiel dans un espace de Banach.
- Problèmes de bifurcation.

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

DOCUMENTATION : H. Brezis : Analyse fonctionnelle, Masson, Paris 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Premier cycle, connaissances en théorie de l'intégration de Lebesgue souhaitées.
Préparation pour :

Titre : COMBINATORIQUE I						
Enseignant : A. PRODON, Chargé de cours EPFL/DMA						
Heures totales : 45'		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique (LA).....	5, 7	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques.....	5, 7	☐	☐	☒	☐	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Familiarisation avec l'optimisation combinatoire: étude de ses fondements théoriques, d'algorithmes et d'applications. Mise en oeuvre de ses méthodes dans la modélisation et la résolution de problèmes de décision. L'accent portera sur les problèmes provenant des sciences de l'ingénieur et de la gestion.

CONTENU

1. Formulation de problèmes, modélisation
2. Théorie des polyèdres appliquée à l'optimisation combinatoire
3. Structure de matroïdes, fonctions sous-modulaires
4. Structure de couplage
5. Complexité d'algorithmes et de problèmes
6. Dénombrement, récurrences systèmes d'équations aux différences
7. Heuristiques.

Dans ces divers chapitres seront traitées des applications de

- routage et placement en VLSI,
- découpage,
- réseaux de neurones, verres de spin,
- conception de réseaux,
- localisation,
- ordonnancement.

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

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire, recherche opérationnelle.

Préparation pour :

Titre : COMBINATORIQUE II							
Enseignant : A. PRODON, Chargé de cours EPFL/DMA							
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Informatique (LA).....	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐	
Mathématiques.....	6, 8	☐	☐	☒	☐	☐	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Familiarisation avec l'optimisation combinatoire: étude de ses fondements théoriques, d'algorithmes et d'applications. Mise en oeuvre de ses méthodes dans la modélisation et la résolution de problèmes de décision. L'accent portera sur les problèmes provenant des sciences de l'ingénieur et de la gestion.

CONTENU

1. Formulation de problèmes, modélisation
2. Théorie des polyèdres appliquée à l'optimisation combinatoire
3. Structure de matroïdes, fonctions sous-modulaires
4. Structure de couplage
5. Complexité d'algorithmes et de problèmes
6. Dénombrement, récurrences systèmes d'équations aux différences
7. Heuristiques.

Dans ces divers chapitres seront traitées des applications de

- routage et placement en VLSI,
- découpage,
- réseaux de neurones, verres de spin,
- conception de réseaux,
- localisation,
- ordonnancement.

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

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIEN AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire, recherche opérationnelle.

Préparation pour :

Titre : PROBABILITES						
Enseignant : S.D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la base mathématique du calcul des probabilités avancé.

CONTENU

- Notions de base : variables aléatoires et leur espérance, loi, fonction caractéristique; différents modes de convergence; indépendance.
- Loi des grands nombres, loi limite centrale.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours oral, exercices en classe.

DOCUMENTATION : Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROBABILITES						
Enseignant : S.D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la base mathématique du calcul des probabilités avancé.

CONTENU

- Espérances conditionnelles.
- Description de quelques processus stochastiques importants : martingales, mouvement brownien, processus de Poisson, processus de Markov, processus stationnaires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours oral, exercices en classe.

DOCUMENTATION : Notes de cours

LIEN AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique (IT).....	5, 7	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (A)	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7	☐	☐	☒	☒	☐

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	Pratiques
Informatique (IT).....	6, 8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (A)	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 photocopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Modélisation et Simulation I.

Préparation pour :

Titre : TRAITEMENT DES SIGNAUX ET IMAGES II et III						
Enseignant : M. KUNT, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30/20		Par semaine : Cours 2			Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	7/8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7/8	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique (II)	5/6 ou 7/8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7/8	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est dédié à l'enseignement de différentes techniques avancées de traitement du signal et des techniques de base du traitement linéaire et non linéaire d'image.

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. Les connaissances acquises dans le domaine du traitement d'image leur permettra de représenter numériquement une image et de la filtrer au moyen de techniques linéaires et non linéaires afin d'en extraire les caractéristiques importantes.

CONTENU

Introduction : rappel sur les signaux et système numériques. Transformation en z . Transformation de Fourier. Transformation de Fourier discrète. Corrélation, convolution.

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, Cheychev 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.

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.

Signaux bidimensionnels : signaux élémentaires. Transformation en z bidimensionnelle. Transformation de Fourier bidimensionnelle. Transformation de Fourier discrète bidimensionnelle. Corrélation et convolution bidimensionnelle.

Systèmes bidimensionnels linéaires : propriétés des systèmes bidimensionnels linéaires. Elaboration de filtres linéaires RIF. Filtrage.

Morphologie mathématique binaire : rappel de la théorie des ensembles et de la topologie. Erosion et dilatation. Ouverture et fermeture. Transformation HMT. Exemples d'application.

Morphologie mathématique multiniveaux : Notion d'ombre. Erosion et dilatation. Ouverture et fermeture. Filtres morphologiques. Exemples d'application.

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

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'Electricité, photocopié 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 Pratiques	
Informaticiens	3	☒	☐	☐	☐	☒
Physicien.....	7	☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 logicules (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	Pratiques
Informatique	4	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 : affectation, séquence, test et itération. Conception descendante d'un programme. Application au cas de l'algorithme horloger.

6. MIGRATION LOGICIEL-MATERIEL

Décomposition des processeurs en une unité de traitement (système câblé) et une unité de commande (système microprogrammé). Migration du logiciel (modules du microprogramme) vers le matériel (composants de l'unité de traitement). Application : horloge digitale complexe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Systèmes logiques.

Préparation pour : Conception des processeurs (à option).

Titre : ENERGETIQUE DU BATIMENT I						
Enseignant : G. SARLOS, Professeur EPFL/GC / C.A. ROULET, Chargé de cours EPFL/LESO, DA						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 3 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Génie civil.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant est capable de calculer le bilan énergétique d'un bâtiment, de proposer des variantes optimisées pour un projet et de proposer des améliorations énergétiques pour un bâtiment existant.

CONTENU

- 1. Introduction générale :**
Physique et énergétique du bâtiment : pourquoi ? Prestations du bâtiment, conditions extérieures, conséquences.
- 2. Transfert de chaleur (rappels) :**
Conduction, rayonnement, convection, régime stationnaire (et dynamique) dans les éléments de construction opaques et transparents
- 3. Confort thermique :**
Quantification et paramètres influençant le confort, l'équation de Fanger et ses conséquences.
- 4. Mouvements d'air dans le bâtiment :**
Causes physiques et qualité de l'air, pourquoi et comment ventiler
- 5. Conception des enveloppes (Murs, dalles, toitures, vitrages) :**
Fonction, protection thermique et phonique, matériaux d'isolation (types d'isolants, utilisations), gains solaires, problèmes et solutions liés à l'humidité
- 6. Méthode simplifiée de calcul du bilan thermique :**
Pertes par conduction et ventilation, gains internes et solaires passifs, besoins nets pour le chauffage
- 7. Production et distribution de chaleur :**
Energie de chauffage : combustibles, électricité, chaleur de l'environnement, chauffage à distance, chauffage solaire actif. *Equipement :* chaudières, accumulateurs, échangeurs, pompes à chaleur. *Distribution :* conduites, radiateurs, convecteurs
- 8. Bilan énergétique du bâtiment et optimisation économique :**
Méthodes, critères de dimensionnement, coût annuel des variantes et recherche de configurations optimales
- 9. Méthodes de diagnostic énergétique :**
Indice de dépense d'énergie, signature énergétique, isolation thermique, étanchéité à l'air, mesure de flux d'air, rendement de production de chaleur
- 10. Etude de cas :**
A l'aide de modèles numériques utilisant des méthodes simplifiées

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION : Polycopié + C.-A. Roulet : Energétique du bâtiment, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU BATIMENT: HELIOTECHNIQUE						
Enseignant : J.-L. SCARTEZZINI, Chargé de cours EPFL/LESO-DA						
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

A partir des données de base acquises au 7e semestre (cours "énergétique du bâtiment"), l'étudiant se familiarisera avec les méthodes de modélisation utilisées en physique du bâtiment. Il devra être à même d'établir les équations d'évolution des systèmes physiques considérés et de résoudre les systèmes d'équations d'ordre élevé correspondants, à l'aide de méthodes numériques appropriées. L'accent sera mis sur le comportement thermique dynamique du bâtiment, sur la modélisation des systèmes de captage de l'énergie solaire et sur les modèles de lumière naturelle.

CONTENU

Modèles de rayonnement énergétique

Caractéristiques spectrales du rayonnement solaire. Principaux types de ciel. Modèle de transposition du rayonnement sur un plan quelconque.

Modèles d'éclairement lumineux

Eclairement sur une surface quelconque. Propagation de la lumière dans les matériaux translucides. Propagation de la lumière dans une cavité spéculaire et diffusante.

Méthode du "Split-flux". Méthode de radiosité. Technique combinée de lancer de rayons.

Modèles thermiques

Transport de chaleur et de masse (rappel). Echanges radiatifs entre surfaces et avec le ciel. Corps gris. Caractéristiques d'émissivité des éléments de construction.

Echanges convectifs à l'intérieur d'une pièce. Convection libre dans un vitrage. Nombres adimensionnels. Principe de similitude. Convection forcée.

Modèles dynamiques. Méthodes des différences finies. Méthode des éléments finis.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours illustré par des exercices pratiques.

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Energétique du bâtiment (7e semestre)
Préparation pour : TP IV et diplôme.