



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT
DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNÉE ACADÉMIQUE 1994 - 1995



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

1994 - 1995

arrêté par la direction de l'EPFL le 28 mars 1994

Chef de département	Prof. A. Quattrapani
Président de la commission d'enseignement	Prof. R. Fivaz
Conseillers d'études :	
1ère année	<i>Prof. G. Margaritondo</i>
2ème année	<i>Prof. J.-Ph. Ansermet</i>
3ème année	<i>Prof. Ch. Gruher</i>
4ème année	<i>Prof. W. Benoit</i>
Diplômants	<i>Prof. A. Baldereschi</i>
Coordinateur HTE	Prof. Y. de Ribaupierre
Administratrice	A. Ekmark

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			5			6		
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
Mathématiques:																				
Analyse I,II (en français) ou	Zwahlen	DMA	4	4		4	4													200
Analyse I,II (cours en allemand)	Zwahlen	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	Bochat	MAF	3	2		3	2													125
Probabilité et statistique I	Helbling	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	Buser	DMA				3	2													50
Physique générale :																				
Mécanique générale I,II	Gruber	DP	3	2		2	2													115
Physique générale I	Chatelain A.	DP				4	2													60
Atelier mécanique	Randin	DP														(1)				
Introduction à la métrologie	Schaller/Gremaud	DP	1		3															60
Physique générale II,III	Martin J.-L.	DP							4	2		4	2							150
Mécanique analytique	Wanders	PHF										4	2							60
Electronique I,II	Mlynack	DE							2		2	2		2						100
Physique TPD	Gremaud	DP								4			4							100
Physique TPA	Dimitropoulos	DP													8			8		200
Expérimentation numérique TP	Baldereschi	DP							1		1	1		1						50
Chimie:																				
Chimie appliquée	Plattner/Javet/Friedli	DC	3	1																60
Coopération:																				
Construction	Ziegenhagen/Savoie	DP														4				60
Physique théorique:																				
Physique statistique I,II	Choquard	DP													2	2		2	2	100
Physique quantique I,II	Quattropani	DP													2	2		2	2	100
Physique de la matière condensée:																				
Cristallographie I	Schwarzenbach	PHF							2	2										60
Physique des matériaux solides I,II	Buett	DP													2	2		3	2	110
Electrodynamique	Tran	DP													2	2				60
Autres domaines de la physique																				
Physique nucléaire et corpusculaire I,II	Joseph	PHF													2	1		2	1	75
Physique des plasmas I	Tran	DP																2	2	40
Optique	Kapon	DP																2	2	40
Informatique:																				
Programmation I	Petitpierre	DI	2		2															60
Enseignement non technique :																				
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)		
HTB: *	Profs divers														2			2		50
Divers:																				
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP														1			1	25
Préparation projet d'ingénieur **	Profs divers	DP/DGC																2		20
* Droit I,II	Haldy J.	DMT													2			2		50
Gestion d'entreprise I,II	Raffournier	DMT													2			2		50
Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaucourt	PHF													2			2		50
Introduction aux sciences humaines	Bassand/Da Cunha	DA													2			2		50
** Mesures des déformations (obligatoire pour les étudiants effectuant le projet d'ingénieur en mesure des déformations)	Jacquot	DGC																2		20
Totaux : Tronc commun			16	9	5	18	13		16	9	7	16	8	7	12	10	12	15	10	8
Totaux : Par semaine			30			31			32			31			34			33		
Totaux : Par semestre			450			310			480			310			510			330		

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8		
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p
Projet obligatoire :								
Travaux pratiques IV selon option:	Profs divers :				8		12	240
Physique expérimentale	Anselmet, Buttel, Châtelain A., Kern, Monot	DP						
Physique théorique	Choquard, Gruber, Kunz, Martin Ph., Quattropani	DP						
Physique des semi-conducteurs	Baldereschi, Fivaz, Lévy, Margaritondo	DP						
Génie médical	Meister	DP						
Microscopie et Optoélectronique	Deveaud, Illegems, Kapon, Reinhart	DP						
Physique métallurgique	Benoît, Martin J.-L., Zuppiroli	DP						
Physique des réacteurs	Chawla, Ligou	DP						
Physique des plasmas	Trun, Troyon, Villard	CRPP						
Optique appliquée	Salathé	DMT - LOA						
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	sauf DP			4			60
Cours à option :								
Minimum d'heures exigé dont au minimum 2 cours et au maximum 3 dans le groupe I			10	7		10	7	425
Groupe I :								
Physique des matériaux I,II	Schaller	DP	2	2		2	2	100
Physique du solide avancée I,II	Baldereschi/Quattropani	DP	2	2		2	2	100
Méthodes expérimentales en physique I,II	Châtelain A./Buffat/Ganière	DP	2	2		2	2	100
Physique statistique avancée I+II	• Martin Ph. + Kunz	DP	2	2		2	2	100
Physique quantique avancée I+II	• Kunz + Martin Ph.	DP	2	2		2	2	100
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	• Reuse +	DP	2	2				
Optique quantique	• Schwendmann					2	2	100
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	• Reuse +	DP	2	2				
Electrodynamique quantique	• Reuse					2	2	100
Groupe 2 :								
Microscopie électronique +	Martin J.-L./Gothardt + Gremaud	DP	2	1		2	1	75
Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés								
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Illegems	DP	2	1		2	1	75
Dispositifs optiques à semiconducteurs								
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire +	Meister	DP	2	1		2	1	75
Génie médical II : Techniques biomédicales								
Physique des plasmas II + III	Appert + Lister	DP	2	1		2	1	75
Chapitres choisis d'optique moderne I,II	Reinhart	DP	2	1		2	1	75
Physique des neutrons	Ligou	DP	2	1				45
Simulation numérique de systèmes physiques	Choquard/Baldereschi	DP	2	1				45
Chapitres choisis en physique de la matière condensée I	vacat	DP	2	1				45
Chapitres choisis en physique de la matière condensée II	Anselmet	DP				2	1	30
Relativité et cosmologie I,II	Gruber	DP	2	1		2	1	75
Mécanique analytique avancée	Choquard	DP				2	1	30
Aspects physiques de la production d'énergie	Hakli P.-A.	DP				2	1	30
Physique théorique avancée I,II	Erdős	PHF	2	1		2	1	75
Astronomie et astrophysique III,IV	Hauck	PHF	2	1		2	1	75
Modèles et réactions nucléaires I,II	Perroud	PHF	2	1		2	1	75
Particules élémentaires I,II	vacat	PHF	2	1		2	1	75
Accélération de particules et optique des faisceaux	vacat	PHF	2	1				45
Détection des particules	Loude	PHF				2	1	30
Chapitres choisis de physique théorique I,II	Erdős	PHF	2	1		2	1	75
Théorie quantique des collisions	Wandern	PHF	2	1				45
Théorie quantique des champs	Loeffel	PHF	2	1		2	1	75
Complément de TP de physique nucléaire	Joseph	PHF			4			60
Autres cours agréés par le département de Physique (y compris les cours de 3ème cycle organisés par le DP)								
* cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels								
Totaux : Tronc commun minimum			10	8	14	10	8	14
Totaux : Par semaine			32			32		
Totaux : Par semestre			480			320		

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE
DES ÉTUDES DE LA SECTION
DE PHYSIQUE DE L'EPFL**
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1995)

du 28 mars 1994

La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de lausanne

vu l'article 26 de l'ordonnance générale du contrôle des études à l'EPFL du 28 juin 1991

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, Labo (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 - Cours à option de 3ème année

En 3ème année, l'étudiant choisit deux cours à option parmi les trois mentionnés dans le groupe "Autres domaines de la physique" du plan d'études.

Art. 5 - 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 statistique I (oral)	1
2. Physique des matériaux solides I (oral)	1
3. Electrodynamique (oral)	1
4. Physique nucléaire et corpusculaire I (oral)	1
Session d'été	
5. Physique statistique II (oral)	1
6. Physique des matériaux solides II (oral)	1
7. Option I selon art. 4 (oral)	1
8. Option II selon art. 4 (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. 6 - Stage

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

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

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

Art. 7 - Cours à option de 4ème année

1 Les cours à option de 4ème année sont répartis en deux groupes notés 1) et 2) dans le plan d'études. Le groupe 1) comprend les cours de base avancés, et le groupe 2) comprend les cours spécialisés, les cours d'intérêt général, ainsi que tous les autres cours agréés par le Département de Physique.

2 Le choix des cours à option doit être ratifié par le Conseiller d'études.

3 L'étudiant choisit cinq cours annuels, dont deux au maximum peuvent être remplacés par deux ou quatre cours semestriels du groupe 2. Dans la règle, un cours annuel est remplacé par un cours au semestre d'hiver et un au semestre d'été. Il est admis qu'un seul cours annuel puisse être remplacé par deux cours du semestre d'hiver.

4 L'étudiant doit choisir au minimum deux et au maximum trois cours annuels dans le groupe 1).

5 Indépendamment de l'alinéa 3, certains cours annuels du groupe 1), précisés dans le plan d'études, peuvent être composés de deux cours semestriels (hiver+été) du groupe 1), et font l'objet d'une seule note.

6 Un cours annuel fait l'objet d'une épreuve munie d'un coefficient 2. Un cours semestriel fait l'objet d'une épreuve avec un coefficient 1.

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

8 Les 4 heures de TP de Physique nucléaire sont exigées aux étudiants faisant les travaux pratiques IV en Physique nucléaire.

Art. 8 - 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) ou Stage	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 désignées à l'alinéa 1.

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. 9 - Epreuves de l'examen final (EF)

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

	coefficient
1. Physique quantique I,II (3ème année)	2
2 à 8 max. Cinq cours-années de 2ème cycle	10 (total)
selon l'art. 7	

Art. 10 - 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. 9.

2 La durée du TPD est de quatre mois.

Dispositions finales

Art. 11 - Abrogation du droit en vigueur

Le règlement d'application du contrôle des études de la section de Physique de l'EPFL du 29 mars 1993 est abrogé.

Art. 12 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 1994/95.

28 mars 1994 Au nom de la direction de l'EPFL.

Le vice-président et directeur de la formation, D. de Werra
Le directeur des affaires académiques,
P.-F. Pittet

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

du 28 juin 1991, modifiée le 18 mai 1993

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;
vu l'article 1 de l'Ordonnance transitoire relative au changement d'appellation des membres de la Direction de l'EPFL du 26 janvier 1994;
vu les directives sur les voies de recours dans le domaine des EPF du 13 juin 1994,

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 directive particulière, les principes fixés 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 directeur des affaires académiques organise les examens. Il fixe notamment les dates des sessions et 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

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

Art. 4 Admission

Le directeur des affaires académiques 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 directeur des affaires académiques immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires.
- 2 Le directeur des affaires académiques 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 directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

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

Art. 9 Voies de droit

Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours auprès du Conseil des EPF dans un délai de 30 jours à compter de 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;
 - 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 au plus, portant sur des branches enseignées durant l'année ou les deux années précédant l'examen, ainsi qu'un travail pratique. ¹⁾

¹⁾ RS 172.021

Art. 13¹⁾ Genre des épreuves

- 1 Pour les examens propédeutiques, les règlements d'application précisent le genre (écrit ou oral) des épreuves.
- 2 Pour les examens de promotion, 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 des épreuves.
- 3 Pour l'examen final de diplôme, les épreuves sont orales. A la demande du conseil de département, ou à défaut du conseil de section, le directeur des affaires académiques peut accepter que certaines épreuves soient écrites.
- 4 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques 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 directeur des affaires académiques 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 directeur des affaires académiques peut, sur proposition du chef de 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 pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.
- 4 En cas de présentation formelle 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 d'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 Directeur des affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.
- 2 Les sessions des examens de promotion ont lieu à la fin de chaque semestre.
- 3 Les épreuves théoriques de l'examen final se déroulent à la fin du dernier semestre, en général en automne.

Art. 17 Examinateurs

- 1 Les maîtres font passer les épreuves portant sur la branche qu'ils enseignent. S'il est empêché de faire passer une épreuve, le maître demande au directeur des affaires académiques de désigner un autre examinateur.
- 2 Lorsque plusieurs maîtres font passer une épreuve conjointement, ils le font 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.

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1 de l'O du CEPP du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

Art. 18 1) Experts

¹ Un expert est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'examineur et en accord avec le chef du département concerné. Il fait un rapport écrit sur le déroulement de l'épreuve à l'attention 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, un expert doit être présent aux épreuves orales uniquement. 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, un expert, nommé pour chaque épreuve et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Pour les épreuves orales, il veille en outre au bon déroulement de l'épreuve, joue un rôle d'observateur et de conciliateur 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 fixe les notes définitives attribuées aux candidats pour les branches d'examen présentées, en se fondant sur les notes proposées par les examinateurs. Les membres de la conférence des notes peuvent donner eux-mêmes leur avis ou se faire représenter par un suppléant dûment mandaté et instruit.

² Une première conférence des notes est organisée dans chaque section. Elle est présidée par le président de la commission d'enseignement de la section ou par son suppléant et se compose des examinateurs concernés ou de leurs suppléants. ¹⁾

³ Une seconde conférence des notes se réunit au niveau de l'Ecole. Elle est présidée par le président de la Commission d'enseignement de l'EPFL et réunit les présidents des commissions d'enseignement de sections ou leurs suppléants. Elle prend ses décisions sur la base des propositions des conférences des notes des sections. ¹⁾

⁴ Les sections déterminent les modalités d'organisation de la première conférence des notes. ¹⁾

Art. 21 Communication des résultats des examens

¹ Sur la base du rapport de la seconde conférence des notes, le directeur des affaires académiques communique par décision aux candidats s'ils ont réussi l'examen ou non.

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 égale à 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.

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1 de l'Ord. du CEPP du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

Art. 24 Répétition d'examens

- ¹ La répétition porte sur les ensembles de branches 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 directeur des affaires académiques fixe les modalités en cas de changement de plan d'études.

Art. 25 ¹⁾ 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, les signatures du président et du vice-président de l'EPFL, ainsi que du chef du département ou du président du conseil de la section concernée.

Section 4 : Dispositions finales**Art. 26 Règlements d'application du contrôle des études**

- ¹ La direction de l'EPFL édicte les règlements d'application du contrôle des études. ¹⁾
- ² Ceux-ci contiennent en particulier des dispositions concernant:
 - a. les branches théoriques et pratiques faisant partie de chaque examen, leur répartition en ensemble 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 ¹⁾ Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance du 2 juillet 1980 ²⁾ sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne est abrogée.

Art. 28 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 1er juin 1993.

18 mai 1993

Au nom du Conseil des écoles polytechniques fédérales

Le président, Crottaz

Le secrétaire général, Fulda

¹⁾ nouvelle teneur selon le ch. 1de l'O du CEPF du 18.5.93 en vigueur depuis le 1.6.93

²⁾ 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)	Zwahlen	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	Helbling	3e	10
Analyse numérique	Rappaz J.	2e	11
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister	3e, 4e	12 / 13
Géométrie II	Buser	2e	14
Mécanique générale I, II	Gruber	1er, 2e	15 / 16
Physique générale I	Châtelain	2e	17
Introduction à la métrologie	Gremaud, Schaller	1er	18
Chimie appliquée	Plattner, Javet, Friedli	1er	19
Physique générale II, III	Martin J.L.	3e, 4e	20 / 21
Mécanique analytique	Wanders	4e	22
Cristallographie I	Schwarzenbach	3e	23
Electronique I, II	Mlynec	3e, 4e	24 / 25
Expérimentation numérique	Baldereschi	3e, 4e	26 / 27
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	28 / 29
" " "	Dimitropoulos	5e, 6e	30 / 31
Atelier de mécanique	Randin	5e	32
Construction	Ziegenhagen Savoie	5e	33
Physique statistique I, II	Choquard	5e, 6e	34 / 35
Physique quantique I, II	Quattropani	5e, 6e	36 / 37
Physique des matériaux solides I, II	Buttet	5e, 6e	38 / 39
Electrodynamique	Tran	5e	40
Physique des plasmas I	Tran	6e	41
Optique	Kapon	6e	42
Physique nucléaire et corpusculaire I, II	Joseph	5e, 6e	43 / 44

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
HTE : Droit I, II	Haldy J.	5e, 6e	45 / 46
HTE : Gestion d'entreprise I, II	Raffournier	5e, 6e	47 / 48
HTE : Introduction aux sciences humaines	Bassand/Da Cunha	5e, 6e	49
HTE : Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	5e, 6e	50
Mesures des déformations	Jacquot	6e	51

COURS A OPTION

GROUPE 1) (L'étudiant choisit au minimum deux et au maximum trois cours annuels dans le groupe 1)

Physique des matériaux I, II	Schaller	7e, 8e	52 / 53
Physique du solide avancée I, II	Baldereschi, Quattropani	7e, 8e	54 / 55
Méthodes expérimentales en physique I, II	Châtelain, Buffat, Ganière	7e, 8e	56
*Physique statistique avancée I, II	Martin Ph., Kunz	7e, 8e	57 / 58
*Physique quantique avancée I, II	Kunz, Martin Ph.	7e, 8e	59 / 60
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	61
*Optique quantique	Schwendimann	8e	62
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	61
*Electrodynamique quantique	Reuse	8e	63

* = cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels

GROUPE 2) (L'étudiant choisit trois ou deux cours annuels dont deux au maximum peuvent être remplacés par quatre cours semestriels dans le groupe 2)

Microscopie électronique + Anélasticié et plasticité des milieux solides ordonnés	Gotthardt, Martin J.L.	7e	64
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Gremaud	8e	65
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	7e	66
	Ilegems	8e	67

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Génie médical I, II	Meister	7e, 8e	68 / 69
Physique des plasmas II, III	Appert, Lister	7e, 8e	70 / 71
Chap. ch. d'optique moderne I, II	Reinhart	7e, 8e	72 / 73
Physique des neutrons	Ligou	7e	74
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldi P.A.	8e	75
Simulation numérique de systèmes physiques	Baldereschi, Choquard	7e	76
Chap. ch. en physique de la matière condensée I, II	vacat, Ansermet	7e, 8e	77 / 78
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	79
Mécanique analytique avancée	Choquard	8e	80
Physique théorique avancée I, II	Erdős	7e, 8e	81 / 82
Astronomie et astrophysique III, IV	Hauck	7e, 8e	83
Modèles et réactions nucléaires I, II	Perroud	7e, 8e	84
Particules élémentaires I, II	Werlen	7e, 8e	85
Accélération des particules et optique des faisceaux	vacat	7e	86
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	87
Chap. choisis de physique théorique I, II	Erdoes	7e, 8e	88 / 89
Théorie quantique des collisions	Wanders	7e	90
Champs quantiques relativistes	Loeffel	7e, 8e	91

Autres cours agréés par le Département de Physique
(y.c. les cours du 3e cycle organisés par le DP).

LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Pages</i>
Ansermet	78
Appert	70
Baldereschi	26, 27, 54, 55, 76
Bassand	49
Boéchat	7, 8
Buffat	56
Buser	14
Buttet	38, 39
Châtelain	17, 56
Chatterji	5, 6
Choquard	34, 35, 76, 80
Da Cunha	49
De Ribaupierre	50
Dimitropoulos	30, 31
Erdős	81, 82, 88, 89
Friedli	19
Ganière	56
Gotthardt	64
Gremaud	18, 28, 29, 65
Gruber	15, 16, 79
Haldi P.A.	75
Haldy J.	45, 46
Hauck	83
Helbling	10
Ilegems	66, 67
Jacquot	51
Javet	19
Joseph	43, 44
Kapon	42
Kunz	58, 59
Ligou	74
Lister	71
Loeffel	91
Loude	87

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Pages</i>
Martin J.L.	20, 21, 64
Martin Ph.	57, 60
Meister	68, 69
Mlynek	24, 25
Perroud	84
Petitpierre	9
Pfister	12, 13
Plattner	19
Quattropani	36, 37, 54, 55
Raffournier	47, 48
Randin	32
Rappaz J.	11
Reinhart	72, 73
Reuse	61, 63
Savoie	33
Schaller	18, 52, 53
Schwarzenbach	23
Schwendimann	62
Tran	40, 41
Wanders	22, 90
Werlen (?)	85
Ziegenhagen	33
Zwahlen	1, 2, 3, 4

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	☒	☐	☐	☒	☐
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
- Développements limités
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima
- Fonctions spéciales
- Intégrales définies et indéfinies
- Intégrales généralisées.

Eléments d'équations différentielles ordinaires.

- Equations différentielles de premier ordre
- Equations différentielles linéaires de deuxième ordre à coefficients constants.

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

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983 et 1987.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE II						
Enseignant : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 80		Par semaine : Cours 4 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté Sci., HEC.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....	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 : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 120		Par semaine : Cours 4		Exercices 4		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	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 Veränderlichen

- 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 : B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA							
Heures totales : 80		Par semaine : Cours 4		Exercices 4		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
						Théoriques	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 Veränderlichen.

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analysis I ou Analyse I, 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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	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
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	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 :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					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 :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Faculté.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire I.

Préparation pour :

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : C. PETITPIERRE, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
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

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

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

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 photocopié 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 : J.M. HELBLING, 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
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.
- **Lois discrètes :** Bernoulli, binomiale, hypergéométrique, Poisson, géométrique.
- **Lois continues :** Normale, Gamma, exponentielle, chi-carré, F, t.
- **Théorie de probabilité :** Théorème central limite, approximations par la loi normale.
- **Estimation :** Distributions d'échantillonnage, estimation ponctuelle, biais, carré moyen de l'erreur, estimateurs du maximum de vraisemblance, estimateurs par la méthode des moments, méthode des moindres carrés, estimation par intervalle.
- **Tests d'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 : Cours photocopié "Probabilités et Statistique pour Ingénieurs" du Prof. S. Morgenthaler

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 :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Physique/Physique Faculté ..	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 MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE I					
Enseignant : C.-E. PFISTER, Chargé de cours EPFL/DMA-DP					
Heures totales : 60	Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches
Physique	3	☒	☐	☐	Théoriques Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

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

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 : P. BUSER, 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	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Interprétation géométrique du calcul différentiel.

Initiation à la géométrie différentielle.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire, analyse mécanique

Préalable requis :

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 :						Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques		
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐		
Mathématiques.....	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 :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	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'Alembertt, 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						
Enseignant : A. CHÂTELAIN, 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	
Physique	2	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées et bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bases du calcul différentiel et intégral
Préparation pour : Physique générale II et III

Titre : INTRODUCTION A LA METROLOGIE							
Enseignant : G. GREMAUD/R. SCHALLER, Adjoints scientifiques / EPFL/DP							
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 3					
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
Physique	1	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques	
.....		☐	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

I Système d'unités et ordre de grandeurs

II Calculs d'erreurs

III Appareils de mesure

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

IV Systèmes optiques

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

V Circuits électriques et électroniques

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

VI Technique du vide et cryogénie

- Divers types de pompes à vide
- Jauges à vide
- Réalisation d'une enceinte à vide
- Cryogénie

VII Transducteurs et capteurs

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

VIII Thermique et régulation

- Sondes de température
- Régulation de température PID
- Four régulé

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

DOCUMENTATION : Notes photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux pratiques

Titre : CHIMIE APPLIQUEE						
Enseignant : Ph. JAVET, E. PLATTNER, Professeurs, C. FRIEDLI, chargé de cours, 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 : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 90		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	3	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU (suite de physique générale I)

Ondes élastiques et acoustiques (suite)

Equation de d'Alembert. Solutions planes et sphériques. Ondes de pression dans un fluide et ondes élastiques. Impédance, intensité, énergie.

Ondes stationnaires, interférence, diffraction, réflexion et réfraction, effet Doppler. Vitesses de groupe et de phase. Perception du son.

Thermodynamique

- 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.

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 statistique I, II, Physique théorique avancée I, II, Physique quantique I, II, Physique des matériaux solides I, II, Electrodynamique.

Titre : PHYSIQUE GENERALE III							
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
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

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.

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 :

Préparation pour:

Cours de physique et de mathématiques des semestres 1, 2 et 3.
Physique des matériaux et des semiconducteurs, transmission de chaleur, optoélectronique.

Titre : MECANIQUE ANALYTIQUE					
Enseignant : G. WANDERS, Professeur UNIL					
Heures totales : 60	Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques 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

- 1. Les bases de la mécanique non-relativiste.**
Equations du mouvement. Les systèmes mécaniques comme systèmes dynamiques: existence, unicité et stabilité des mouvements.
- 2. Formalisme lagrangien.**
Principe de Hamilton et équations d'Euler-Lagrange. Symétries. Systèmes avec liaisons holonômes et non-holonômes, principe de d'Alembert. Systèmes lagrangiens définis sur des variétés différentielles.
- 3. Formalisme de Hamilton.**
Equations canoniques du mouvement. Structure symplectique des systèmes hamiltoniens. Petites oscillations et résonances paramétriques. Transformations canoniques et équations de Hamilton-Jacobi.

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.

Préparation pour : Mécanique statistique, physique quantique.

Titre : CRISTALLOGRAPHIE I						
Enseignant : D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	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.

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

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

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

DOCUMENTATION : Livre "Cristallographie", D. Schwarzenbach, PPUR, 1993

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE I						
Enseignant : D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	3	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, on offre la possibilité à des étudiants ingénieurs physiciens de s'introduire à l'électronique. Cette offre est soutenue par : des séances de cours et d'exercices, des travaux pratiques de laboratoire ainsi qu'un polycopié d'introduction à l'électronique, contenant de multiples renvois bibliographiques. Le premier semestre est consacré aux notions d'électronique et d'électrotechnique essentielles à la compréhension et au maniement d'outils en électronique.

CONTENU

Electrotechnique :

Maxwell et Kirchhoff. Effets capacitif, inductif et résistif. Analogie mécanique. Symboles. Association de dipôles. Théorèmes.

Analyse de systèmes linéaires :

Système en électricité. Analyse fréquentielle et temporelle. Laplace, Fourier. Nombres complexes. Etude de circuits RC, RL, RLC.

Diodes et transistors :

Éléments de physique des semi-conducteurs. Diodes et transistors : caractéristiques générales, divers types et applications.

Amplificateur :

Amplificateur différentiel. Contre-réaction et amplificateur opérationnel. Concept d'amplification.

Electronique numérique :

Logiques combinatoire et séquentielle. Microinformatique. Interfaces analogique / numérique et numérique / analogique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours Ex cathedra, exercices, travaux de laboratoire.

DOCUMENTATION :

Documents polycopiés, références à des ouvrages

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Métrieologie, Physique

Préalable requis :

Introduction à la métrologie (Tomes I et II)

Préparation pour :

Electronique II, travaux pratiques de physique

Titre : ELECTRONIQUE II						
Enseignant : D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	4	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, on offre la possibilité à des étudiants ingénieurs physiciens de s'introduire à l'électronique. Cette offre est soutenue par : des séances de cours et d'exercices, des travaux pratiques de laboratoire ainsi qu'un polycopié d'introduction à l'électronique, contenant de multiples renvois bibliographiques. Le second semestre est consacré à l'étude de certains montages classiques en électronique, à un mini-projet en laboratoire, ainsi qu'à une ouverture sur certains domaines de l'électricité ayant partie fortement liée à l'électronique.

CONTENU

Circuits intégrés et montages :

Oscillateurs, filtres, trigger, antennes, capteurs

Au-delà du cours :

Machines électriques, hyperfréquences, calculatrices, traitement du signal, électronique de puissance.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours ex cathedra, exercices, travaux de laboratoire

DOCUMENTATION :

Documents polycopiés, références à des ouvrages

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Métrologie, Physique

Préalable requis :

Introduction à la métrologie (Tome I et II), Electronique I

Préparation pour :

Travaux pratiques de physique

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 1 Exercices			Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
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 système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au système donné pour en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Introduction aux stations et au système d'exploitation UNIX.

Introduction au langage FORTRAN.

Opérations mathématiques de base.

Contrôle de la précision des résultats. Solutions par itération. Techniques d'extrapolation.

Représentation numérique et graphique des solutions.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : EXPERIMENTATION NUMERIQUE						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 1				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
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 système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au système donné pour en obtenir les propriétés physiques.

CONTENU

Equations différentielles ordinaires : conditions initiales.

Equations différentielles ordinaires : conditions aux bords.

Analyse de Fourier.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines.

DOCUMENTATION: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

En laboratoire à raison de 4 h. par semaine

DOCUMENTATION :

Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE						
Enseignant : G. GREMAUD, Adjoint scientifique / EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
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 / EPFL/DP						
Heures totales : 120		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES						
Enseignant : C. DIMITROPOULOS Adjoint scientifique / EPFL/DP						
Heures totales : 80		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	6	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 : ATELIER MECANIQUE						
Enseignant : H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn./EPFL /DP						
Heures totales : 15		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 1
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	5	☐	☒	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir des notions pratiques d'atelier de mécanique 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. atelier mécanique
1 séance de 4 h. soufflage de verre

DOCUMENTATION : Aucune

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux de laboratoire

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 STATISTIQUE I						
Enseignant : Ph. CHOQUARD, 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	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Physique statistique classique :

Ergodicité; ensemble microcanonique, canonique, grand-canonique; lien avec la thermodynamique; limite thermodynamique, équivalence des ensembles; principe variationnel; gaz parfait, gaz réel et développement du viriel, gaz réticulaire; fonctions de corrélation, théorème de fluctuation; mouvement brownien et relation d'Einstein.

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

DOCUMENTATION : Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique Analytique

Préparation pour : Physique Statistique II

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE II						
Enseignant : Ph. CHOQUARD, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Physique statistique quantique :

matrice densité; ensemble microcanonique, canonique, grand-canonique; fonction de Bloch; statistique de Bose et Fermi; gaz parfait de fermions; gaz parfait de bosons; condensation de Bose-Einstein; 3ème loi de la thermodynamique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION: Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I						
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Introduction aux idées fondamentales de la mécanique quantique.

Structure mathématique : états, observables.

Postulats de la mécanique quantique.

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

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

Etude du moment cinétique.

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" Basdevant (Ecole Polytechnique, Ellipses).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de base de physique et mathématique du premier cycle.
Préparation pour : Physique des matériaux solides, physique nucléaire,

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE II						
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Addition des moments cinétiques.

Théorie non-relativiste du spin.

Théorie des perturbations dépendantes du temps.

Particule chargée dans un champ électromagnétique.

Groupes de transformation.

Indiscernabilité des particules identiques en mécanique quantique.

Atomes complexes. Approximation du champ central.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices préparés 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 : Physique quantique I

Préparation pour : Physique des matériaux solides, physique nucléaire,

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX SOLIDES I						
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
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 gaz d'électrons libres de Fermi : état fondamental du gaz électronique, propriétés thermiques, la susceptibilité paramagnétique de Pauli, la théorie de Sommerfeld de la conduction dans les métaux.

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX SOLIDES II						
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 50	Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :					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.

Propriétés magnétiques des solides : dia et paramagnétisme de ions, le modèle de Heisenberg, systèmes fortement couplés, théorie des champs moyens.

Eléments de physique des matériaux : déformation plastique des métaux, dislocations, défauts ponctuels, diffusion

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

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

OBJECTIFS

Acquérir une connaissance solide et fonctionnelle de l'électrodynamique en partant du vide et en aboutissant à la description macroscopique de la matière.

CONTENU

I. Equations de Maxwell

- Electrostatique et magnéto-statique
- Conditions aux limites
- Ondes électromagnétiques

II. Rayonnement

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

III. Théorie des potentiels

- Notion de potentiel et de jagues. Invariance de jauge
- Jauge de Lorentz et de Coulomb
- Potentiel de Lienhard-Wiechert
- Transformations relativiste des champs électromagnétiques

IV. Optique ondulatoire

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

VI. Electrodynamique des milieux continus

- La fonction diélectrique complexe $\epsilon_{ij}(\omega, \mathbf{k})$ dans un milieu. Ondes dans un milieu diélectrique.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS I						
Enseignant : M. Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours est une introduction à la physique des plasmas. On y présentera les questions relatives à la fusion contrôlée et donnera une description des principaux types de machine. Leur principe sera abordé à travers l'étude du mouvement des particules chargées dans le plasmas. Les aspects collectifs qui caractérisent le plasma seront illustrés à travers l'étude de phénomènes d'onde.

CONTENU

I. Définition des plasmas

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

II. Mouvement d'une particule chargée

- Mouvement dans des champs $\mathbf{E}$ et $\mathbf{B}$ inhomogènes
- Mouvement dans un champ $\mathbf{E}$ dépendant du temps

III. Ondes dans un plasma homogène (Modèles à deux fluides)

- Ondes dans un plasma sans champ magnétique
- Ondes dans un plasma magnétisé infini

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours d'Electrodynamique du 5e semestre
Préparation pour: Physique des plasmas II et III

Titre : OPTIQUE						
Enseignant : E. KAPON, 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

Acquérir des connaissances de base en optique.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Cours de physique générale et électrodynamique

Préparation pour :

Cours d'optique moderne, d'optique quantique et d'électrodynamique quantique

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

OBJECTIFS

Présenter sous forme d'une introduction générale l'état des connaissances en physique corpusculaire.

CONTENU

Introduction : Matière et lumière, radioactivité, l'atome de Rutherford. Cinématique relativiste.

Interaction des rayonnements dans la matière : particules chargées, photons, neutrons.

Application aux détecteurs : scintillateurs, détecteurs d'ionisation à gaz, détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs Tcherenkov, détecteurs de photons, détecteurs de neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

Les accélérateurs de particules : linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, synchrotron, collisionneurs.

Introduction à la physique corpusculaire : le pion et le muon, découvertes et propriétés, le positon, particules et anti-particules, le neutrino, le pion neutre.

Les particules étranges, kaon et lambda.

Mésons, leptons et baryons.

Règle d'or de Fermi. Etats métastables et résonances.

Classification des particules et lois de conservation, spin, isospin, nombre baryonique, hypercharge. La structure en quarks des hadrons. Les gluons. La couleur. Diagrammes de Feynmann. La chromodynamique quantique. Les saveurs lourdes : charme et beauté. Le lepton τ . Interaction faible et les bosons vecteurs intermédiaires.

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

DOCUMENTATION : Note du cours. Notices des travaux pratiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale.

Préparation pour : Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORPUSCULAIRE II						
Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	6	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
Physique Faculté	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Introduction à la physique nucléaire : Propriétés et structure du noyau atomique : taille, masse. Le modèle du gaz de Fermi et la formule de la masse. Le modèle en couches; spin nucléaire, moment magnétique dipolaire, moment quadripolaire électrique. Caractérisation des réactions nucléaires, diffusion et réaction, résonances de Breit-Wigner. Le modèle du noyau composé. Puits de potentiel et modèle optique. Interactions directes.

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/DMT						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices	
					Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	5	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique	7	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	3	☐	☐	☒	☐	☒
Physique	5	☐	☐	☒ *	☐	☒

* à choix avec Droit I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Introduction générale au droit :

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

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/DMT						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	8	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	4	☐	☐	☒	☐	☒
Physique	6	☐	☐	☒ *	☐	☒

* à choix avec Droit I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

Les marques et raisons de commerce; les brevets d'invention; les dessins et modèles industriels.

3. Le droit de la concurrence déloyale.
4. Notions du droit des assurances.
5. Notions de droit administratif.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

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 I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. L'entreprise et son environnement
 - l'environnement économique et social
 - le contexte juridico-institutionnel
2. Les fonctions de l'entreprise
 - l'organisation interne
 - la stratégie d'entreprise
 - les politiques commerciales
3. L'analyse financière de l'entreprise
 - l'analyse de la rentabilité de l'entreprise
 - l'analyse du financement

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

DOCUMENTATION : Polycopié "Gestion d'entreprise"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Gestion d'entreprise II

Titre : GESTION D'ENTREPRISE II						
Enseignant : B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒ *	☐	☒
Electricité.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	4	☐	☐	☒	☐	☒
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

* à choix avec Droit I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

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: Photocopie "Gestion d'entreprise

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Gestion d'entreprise I

Préparation pour :

Titre : INTRODUCTION AUX SCIENCES HUMAINES							
Enseignant : M. BASSAND Professeur , A. DA CUNHA, chargé de cours, EPFL/DA							
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.....	5, 6	☐	☒	☐	☒	☐	☐
Physique	5, 6	☐	☐	☒ *	☐	☐	☒
Matériaux.....	3, 4	☐	☐	☒	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐	☐

* à choix avec Droit I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

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

* à choix avec Droit I, II, Introduction aux sciences humaines, Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

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

CONTENU

Représentation du monde extérieur et comportement

Les systèmes vivants simples : représentation chimique.

Les systèmes vivants complexes : communications entre éléments.

Les codages sensoriels.

Réseaux de neurones biologiques et construits

Physique et physiologie des "neurones"

Représentation "objective" de l'environnement.

Représentation "abstraite" de l'environnement.

Représentation et communications.

Etude de cas

Perception du temps.

Visite stéréoscopique.

Localisation de sources sonores.

Communications non verbales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séminaires.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MESURES DES DEFORMATIONS PAR INTERFEROMETRIE HOLOGRAPHIQUE ET METHODES APPARENTEES						
Enseignant : P. JACQUOT, Chargé de cours EPFL/DGC						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	6	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit :

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX I						
Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours 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	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction aux processus physiques (mécanismes microscopiques) qui contrôlent les propriétés mécaniques et le comportement des matériaux. Montrer l'importance des défauts de structure dans la qualité d'un matériau.

CONTENU

1. Mise en forme des matériaux

Classes de matériaux solides: métaux, céramiques, polymères. Techniques d'élaboration. Solidification. Diffusion. Frittage. Transformations de phase, avec et sans diffusion.

2. Déformation plastique et dislocations

Phénoménologie de la déformation plastique. Déformation de monocristaux, loi de Schmid. Equation de transport de la déformation plastique (Eq. d'Orowan). Théorie élastique: champs de contraintes et de déformations. Tension de ligne. Force de Peach et Koehler. Interactions entre dislocations. Sources de dislocations. Annihilation de dislocations. Recristallisation.

3. Dynamique des dislocations

Forces de friction dues aux phonons, au réseau (forces de Peierls), aux défauts ponctuels. Equation du mouvement d'un segment de dislocation. Durcissement structural. Activation thermique de la déformation plastique. Phénomènes de relaxation et spectroscopie mécanique. Matériaux à fort amortissement.

4. Coeur des dislocations

Imparfaites de Shockley. Fautes d'empilement. Mécanismes de dissociation. Applications au cobalt, au graphite et aux céramiques supraconductrices. Dislocations de Lomer et de Lomer-Cottrell.

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 des matériaux II

Titre : PHYSIQUE DES MATERIAUX II						
Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction aux mécanismes fondamentaux qui contrôlent les propriétés physiques et mécaniques de matériaux non métalliques. Influence des défauts de structure sur ces propriétés.

CONTENU

1. Céramiques

Propriétés physiques et mécaniques des céramiques cristallines et des verres.
Défauts ponctuels dans les oxydes.
Relaxation diélectrique et anélastique.
Conductivité thermique et électrique

2. Polymères

Structure des polymères
Mobilité moléculaire, relaxation structurale
Transition vitreuse
Plasticité des polymères

3. Mécanique de la rupture

Rupture fragile et rupture ductile
Théorie de Griffith pour les matériaux fragiles
Ténacité, mesures de K_{IC} , G_{IC} , intégrale J
Mécanismes intervenant dans la ténacité
Composites "cermets"

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

DOCUMENTATION: Distribuée en classe

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Physique des Matériaux I

Préparation pour:

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCEE I						
Enseignant : A. BALDERESCHI, A. QUATTROPANI, Professeurs 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	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

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

Fonction de réponse des solides : Fonctions diélectriques statiques et dynamiques. Exemples

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). Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique quantique de 3e année et Physique des matériaux solides de 3e année.

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCEE II						
Enseignant : A. BALDERESCHI, A. QUATTROPANI, Professeurs 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	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Résonances : Etat discret couplé à un continu d'états. Autoionisation. Effet Auger.

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

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

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). Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide avancée I (7e semestre).

Préparation pour :

Titre : METHODES EXPERIMENTALES EN PHYSIQUE I, II						
Enseignant : A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP, P. BUFFAT, chargé de cours EPFL/I ² M & J.D. GANIERE, chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales :	60/40	Par semaine :	Cours	2	Exercices	2 Pratique
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les méthodes expérimentales utilisées actuellement en recherche fondamentale, appliquée et de développement en physique. Etre capable d'entrer en discussion avec un collègue en vue d'une collaboration; quels renseignements peut-on obtenir concernant une technique expérimentale ?, nature des échantillons ?, sensibilité ?, limitations ?, mises en oeuvre ?, etc.

CONTENU

- *Acoustique et élasticité* : transmission, réflexion, résonance; (acoustique technique).
- *Electricité* : mesures de champs, de propriétés para, dia, ferro par la méthode du pont, polarisation, conduction.
- *Magnétisme* : mesures de champs, de propriétés para, dia, ferro par magnétomètres (Curie, vibration, squid ...), supraconductivité.
- *Thermique* : conduction, chaleur spécifique.
- *Optique (ondes EM)* : transmission, absorption, fluorescence, réfraction, réflexion, émissivité, biréfringence, dépolarisation, diffusion Rayleigh, Raman, Brillouin.
- RPE, RFM, RMN, RQN.
- *Production de lumière* : les différentes sources y.c. synchrotron et lasers : unités diverses y.c. en éclairage technique.
- Investigations structurales utilisant la diffusion cohérente et incohérente des RX, des électrons, des neutrons.
- La jungle des acronymes LEED, XPS, UPS, ELS, TOFA, EXHAFS, XANES
- *Microscopie* : optique, électronique, effet tunnel.
- Effet Mössbauer.
- *Cristallogénèse et préparation d'échantillons* : monocristaux, films minces, colloïdes, fumées, amas d'atomes, systèmes désordonnés ...
- Production de particules et accélérateurs, détecteur y.c. radioactivité (les unités).

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 : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCEE I						
Enseignant : Ph. MARTIN , Professeur titulaire 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	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCEE II						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire 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	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

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

Préalable requis : Physique statistique de 3e année

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE AVANCEE I						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire 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	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours permet à l'étudiant qui possède les bases de la mécanique quantique, d'en voir les applications dans deux domaines importants : la théorie des collisions et la physique atomique et moléculaire.

CONTENU

Introduction à la théorie des collisions

Collisions en mécanique classique. Section efficace. Théorie de la diffusion quantique par un potentiel (méthode stationnaire). Ondes partielles et déphasages. Résonances. Matrice de diffusion. Applications en matière condensée et à la diffusion d'ondes acoustiques.

Mécanique quantique semi-classique

Lien entre mécanique quantique et mécanique classique. Règles de quantification semi-classique. Méthode WKB. Application à la théorie des collisions.

Théorème adiabatique

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique quantique

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

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE AVANCEE II						
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire 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	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours permet à l'étudiant qui possède les bases de la mécanique quantique d'en voir les applications dans deux domaines importants : la théorie des collisions et la physique atomique et moléculaire.

CONTENU

Physique atomique et moléculaire

Atomes à plusieurs électrons

Symétries en mécanique quantique.

Approximation du champ central (Hartree-Fock).

Classification des atomes et tableau de Mendéléév.

Théorie de Thomas-Fermi.

Structure fine (couplage L-S, couplage j j).

Atomes en champs extérieurs électriques et magnétiques.

Molécules

Approximation de Born-Oppenheimer.

Principes de la liaison moléculaire.

Molécules diatomiques, états vibratoires et rotationnels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Mécanique quantique

Préparation pour :

Physique de la matière condensée, physique théorique, chimie-physique

Titre : INTRODUCTION A L'ELECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES						
Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté Sciences.....		☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition du formalisme de base et des concepts de la théorie quantique du rayonnement électromagnétique. Introduction aux propriétés statistiques du rayonnement et à l'optique quantique. Etude des processus d'émission et d'absorption de photons par l'atome.

CONTENU

Théorie quantique du rayonnement électromagnétique

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique, puis quantique, du rayonnement électromagnétique.
- Relations de commutation fondamentales, opérateurs de champ et équations de champ.
- Opérateurs de création et d'annihilation de photons.
- Polarisations et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique de courants classiques.
- Champ électromagnétique quantique et spin de l'électron en interaction.
- Habillage de l'électron et divergences ultraviolettes.

Etats cohérents. Notions d'optique quantique

- Etats cohérents de l'oscillateur harmonique quantique.
- Représentation de Bargman.
- Etats cohérents du champ électromagnétique quantique.
- Rayonnements thermiques et chaotiques.
- Propriétés statistiques de la lumière.
- Cohérence et degrés de cohérence d'ordre 1 et 2 de la lumière.
- Interférences classiques et quantiques.

Emission et absorption de photons par un atome

- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Rappels de calcul des perturbations au premier ordre.
- Absorptions, émissions induites et spontanées de photons par un atome.
- Règles de sélection.
- Durée de vie des états excités de l'atome.
- Photodétection.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Physique quantique I, II. Electrodynamique.

Préparation pour :

Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps.
Théorie quantique des champs.

Titre : OPTIQUE QUANTIQUE						
Enseignant : P. SCHWENDIMANN, Privat-docent						
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	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner aux étudiants les notions de base concernant les propriétés statistiques du champ de radiation et l'émission Laser.

CONTENU

- Transitions enduites par le champ électromagnétique**
Loi du corps noir de Planck. Equations de bilan dans une cavité. Coefficients d'Einstein. Largeur naturelle de raie. Elargissement de raie homogène et inhomogène.
- Description quantique du champ de radiation**
Opérateur densité pour le champ de radiation. Statistique du champ électromagnétique. Comptage des photons.
- Propriétés de cohérence du champ électromagnétique**
Premier ordre de cohérence et expérience de Young. Deuxième ordre de cohérence et expérience de Hanbury-Brown et Twiss. "Antibunching". Photons et cohérence.
- Production de lumière cohérente : le laser**
Modes d'une cavité. Généralisation des équations de Bloch optiques pour un système d'atomes. Modèle d'un Laser monomode. Définition du seuil et de l'autosaturation. Propriétés statistiques de l'émission laser.
- Effets coopératifs et états non-classiques du champ de radiation**
Emission coopérative dans les systèmes atomiques (superfluorescence). Propriétés statistiques de l'émission coopérative. Etats à statistique non-poissonienne. Etats comprimés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : R. Loudon, "The Quantum Theory of Light", Oxford University Press

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques

Préparation pour :

Titre : ELECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE						
Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours 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	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté Sciences.....		☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la mécanique quantique relativiste de l'électron. Approche perturbative des processus d'interaction électron-photon les plus simples. Initiation aux corrections radiatives et à la renormalisation sur un niveau élémentaire.

CONTENU

Théorie de Dirac de l'électron relativiste

- L'équation de Dirac pour l'électron libre et discussion de sa covariance relativiste.
- Observables du moment cinétique et de l'hélicité.
- Résolution de l'équation de Dirac libre et interprétation des solutions à énergie négative.
- Le positron.
- L'équation de Dirac pour un électron en présence d'un champ électromagnétique extérieur.
- L'atome d'hydrogène relativiste.
- Limite non-relativiste de la théorie de Dirac.

Processus d'interaction entre électrons et photons

- Effet Compton, créations et annihilations de paires électron-positron.
- Self-énergie des électrons.
- Approche élémentaire de la procédure de renormalisation de masse.
- Polarisation du vide.
- Approche élémentaire de la renormalisation de charge.
- Moment magnétique anormal de l'électron et Lamb shift.

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

DOCUMENTATION : Notes photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

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

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

Titre : MICROSCOPIE ELECTRONIQUE						
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, R. GOTTHARDT, chargé de cours 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	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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.

LA THEORIE CINEMATIQUE : interprétation des figures de contrastes de cristaux parfaits et imparfaits (contrastés des défauts cristallins, p.e. les dislocations et les précipités).

LA THEORIE DYNAMIQUE : introduction, interprétation des figures de contrastes (p.e. des petits amas de défauts cristallins).

LA MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION A HAUTE RESOLUTION : introduction.

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

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

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

On comparera les avantages et limitations de chaque méthode pour diverses applications à l'étude de matériaux métalliques, semiconducteurs, céramiques ... Dans le cadre des exercices, utilisation d'un microscope électronique pour la stéréoscopie.

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 : Analyse des surfaces.

Titre : ANELASTICITE ET PLASTICITE DES MILIEUX SOLIDES ORDONNES						
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 élastiques, anélastiques et plastiques des milieux solides ordonnés et introduction à la dynamique des dislocations.

CONTENU

I Fondements de la théorie des milieux continus

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

II Incompatibilités topologiques : les "charges plastiques"

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

III Anélasticité et plasticité dues aux dislocations

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis : Cours d'introduction en Electronique et Physique du Solide.
Préparation pour : Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.

Titre : DISPOSITIFS OPTIQUES A SEMICONDUCTEURS						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Dispositifs électroniques semiconducteurs
Préparation pour : Laboratoire et projets.

Titre : GENIE MEDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTEME CARDIO-VASCULAIRE						
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant aux concepts et méthodes de la physique de la matière vivante.

Présenter les phénomènes physiques observés dans le système cardio-vasculaire et les modèles utiles à leur interprétation.

CONTENU

- **Introduction :**
Physique de la matière vivante, éléments d'anatomie et de physiologie du système cardio-vasculaire
- **Rhéologie du sang :**
Constituants du sang; comportement non-newtonien; effet Fahraeus-Lindquist; propriétés électriques
- **Biomécanique et hémodynamique cardiaque :**
Electrophysiologie, structure fractale et comportement chaotique; activité mécanique du coeur; propriétés élastiques du muscle cardiaque; éjection dans le système artériel, effet Windkessel
- **Système artériel :**
Structure, propriétés élastiques et modèle de la paroi artérielle; écoulement pulsé dans un tube rigide, modèle de Womersley; propagation des ondes de pression et de vitesse dans un tube élastique; équation de Moens-Korteweg; atténuation et réflexions d'ondes; modèles du système artériel; interactions sang-paroi artérielle
- **Microcirculation :**
Hémodynamique des capillaires; phénomènes de transport de masse
- **Système veineux :**
Propriétés élastiques de la paroi; écoulement dans un tube collable; phénomène "Waterfall"

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour : Génie médical II

Titre : GENIE MEDICAL II : TECHNIQUES BIOMEDICALES						
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 30	Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Interaction ondes électromagnétiques - matière vivante :**
Absorption, diffusion, fluorescence; applications médicales du laser
- **Interaction ondes mécaniques - matière vivante :**
Champ ultrasonore, absorption, diffusion, réflexions; effet Doppler, applications médicales des ultrasons
- **Méthodes de mesure de paramètres physique :**
Pression artérielle; débit sanguin; activité électrique et magnétique
- **Principes physiques des techniques d'imagerie:**
Radiologie à rayons X; imagerie par résonance magnétique; échographie ultrasonore; tomographie par émission de positrons; thermographie

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

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

OBJECTIFS

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

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 Les ondes dans un plasma non-magnétisé chaud

- Milieu diélectrique
- Relation de dispersion
- Tenseur diélectrique et fonction de dispersion
- Ondes de Langmuir, acoustique-ioniques et électromagnétiques
- Amortissement de Landau, instabilités

III Les ondes dans un plasma magnétisé chaud

- Résultats nouveaux par rapport au plasma froid

IV Le modèle MHD

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS III						
Enseignant : J.B. LISTER, 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

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

- I Principe**
Physique nucléaire, types de confinement, bilan énergétique.
- II Confinement inertiel**
Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible.
- III Confinement magnétique**
Rappel des principes et problèmes du confinement magnétique.
- IV Le tokamak**
Son fonctionnement, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales typiques, les techniques de mesure.
- V Performance du tokamak**
Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression)
- VI Chauffage additionnel**
Faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes Alfvén.
- VII Confinement**
Les lois empiriques obtenues des tokamaks actuels, le transport anormal, le confinement obtenu lors des expériences avec chauffage additionnel intense.
- VII 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 : Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrodynamique, Physique des Plasmas I et II

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE I						
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- 1. Propagation de la lumière :**
Propagation dans les milieux stratifiés. Ellipsométrie. Ondes optiques guidées. Faisceaux optiques. Ondes stationnaires (résonateurs).
- 2. Diffraction :**
Zones de Fresnel. Diffusion. Réseaux. Principe de Bragg. Problèmes choisis (interféromètres, microscope, télescope).
- 3. Optique des milieux et sources en mouvement :**
Effet de Doppler. Expérience de Fizeau. Effet de Sagnac. Gyroscope optique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique II

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE 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 modernes.

CONTENU

- 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.
Optique intégrée. Doubleur optique. Interactions paramétriques.
Impulsions optiques de très courte durée. Diffusion optique non-linéaire (effets de Raman et de Brillouin).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique II

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

OBJECTIFS

La physique des Neutrons (ou Neutronique) constitue un pont entre la Physique Nucléaire et le Génie Nucléaire. Elle permet de comprendre le fonctionnement d'un réacteur nucléaire, de déterminer sa taille et sa composition et plus généralement d'analyser l'évolution d'une population de neutrons dans la matière.

CONTENU

1. Rappels de physique nucléaire

- Historique : Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité
- Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.

2. Fission nucléaire

- Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
- Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.

3. Diffusion des neutrons

- Neutrons monocinétiques : faisceaux collimatés et collisions multiples.
- Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.

4. Milieux multiplicateurs (réacteurs)

- Facteurs de multiplication - Condition critique dans des cas simples.
- Réacteurs thermiques - Spectres - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale.

5. Cinétique des réacteurs

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

6. Théorie du transport

- Equation intégrodifférentielle et Equation intégrale.
- Ralentissement des neutrons en milieu homogène et hétérogène - Effet Doppler.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ASPECTS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION D'ENERGIE						
Enseignant : P.A. HALDI, Chargé de cours EPFL/GC						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 - Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches
Physique		8	☐	☐	☒	Théoriques ☒ Pratiques ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐

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 bi-thermes).

D. Production

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

E. Energie et environnement

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Ex cathedra.

DOCUMENTATION :

Polycopié + références bibliographiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Il est recommandé d'avoir suivi le cours "Physique des neutrons" (Prof. J. Ligou)

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : SIMULATION NUMERIQUE DE SYSTEMES PHYSIQUES						
Enseignant : Ph. CHOQUARD, A. BALDERESCHI, Professeurs 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	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

I. Généralités

1. Equations différentielles ordinaires
2. Systèmes quantiques simples
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 Préambule
 - 1.2 Le modèle de Hénon-Heiles
 - 1.3 Le modèle de Toda
 - 1.4 La chaîne harmonique cyclique ordonnée
 - 1.5 Le modèle du fléau ou de la boussole
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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique quantique, Physique statistique et cours de programmation

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIERE CONDENSEE I						
Enseignant : vacat 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	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIERE CONDENSEE II							
Enseignant : J.Ph. ANSERMET, 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	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

"Un des traits les plus remarquables du magnétisme nucléaire, et l'un des plus satisfaisant, est cette connexion entre la théorie et l'expérience qui laisse peu de place à une théorie qui ne puisse être testée par une expérience adéquate ou pour une expérience qui n'admette pas une interprétation théorique bien définie". A. Abragam

OBJECTIFS

Les notions de base de résonance magnétique sont présentées. Une attention particulière est portée aux expériences où une description classique ne suffit pas. Les concepts introduits sont très généraux et peuvent s'appliquer à d'autres spectroscopies.

Une maîtrise des méthodes de calculs quantiques d'évolution, stimulée par des exercices et un projet basés sur des expériences exemplaires, permettra de mieux comprendre les articles de recherche concernant la résonance magnétique elle-même (où les spins sont acteurs) ou son application pour caractériser un phénomène de physique (spins spectateurs) : mouvements internes dans les solides, densité électronique dans les métaux et à leur surface, structures moléculaires, imagerie magnétique, champ interne dans les substances magnétiques, densité des états dans les supraconducteurs.

CONTENU

Dynamique de spins isolés

Echo de spins : vision classique, traitement quantique

Spectroscopie par transformée de Fourier : susceptibilité magnétique (th. fluctuation-dissipation), réponse harmonique, impulsionnelle, évolution de la matrice de densité

Relaxation : fonctions de corrélations, Bloch-Wangness-Redfield

Polarisation dynamique des noyaux : effet Overhauser, cross-relaxation, température de spins

Effets de cohérence de spins : RMN à 2 dim., transfert de cohérence (INEPT)

Cohérence à n quanta : préparation, évolution, conversion

Couplages électrons-noyaux : déplacements chimiques, interactions indirectes, électrons de conduction, couplages quadrupolaires

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Ex cathedra et exercices pendant le cours

DOCUMENTATION :

Traités classiques, articles, projets

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Introduction à l'électrodynamique et optique quantique
Physique statistique avancée

Préalable requis :

Mécanique quantique

Préparation pour :

Titre : RELATIVITE ET COSMOLOGIE I, II						
Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 45 / 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Relativité restreinte :

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

Relativité générale :

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

Cosmologie :

Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de géométrie riemannienne et de relativité générale.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE ANALYTIQUE AVANCEE						
Enseignant : Ph. CHOQUARD, 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	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire l'étudiant aux méthodes modernes de la mécanique analytique.

CONTENU

- Systèmes intégrables :** modèles de Calogero, Toda et autres, méthodes de Lax et de Perelomov.
- Systèmes quasi intégrables :** théories de perturbation standard, de Lie-Deprit, de Kolmogoroff, théorème de K.A. M.
- Systèmes non intégrables :** modèle du fléau, orbites périodiques, doublement de périodes, cascade sous-harmonique. Chaos déterministe.

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

DOCUMENTATION : Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique analytique, Physique statistique I

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE AVANCEE I						
Enseignant : P. ERDOES, 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	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Rappel des principes de la statistique classique et quantique. Mouvement Brownien et processus aléatoires. Théorie cinétique des gaz. La seconde quantification. Gaz électronique dégénéré. Supraconductivité. Théorie de transport. Équation de Boltzmann. Diffusion, conductibilités électrique et thermique. La fonction de Green. Formule de Kubo-Greenwood.

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

DOCUMENTATION: Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE THEORIQUE AVANCEE II							
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

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

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

DOCUMENTATION : Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique III.

Préparation pour :

Titre : ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE III, IV						
Enseignant : B. HAUCK, Professeur UNIL						
Heures totales : 60/40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Etudier les conditions physiques qui règnent dans le plus grand laboratoire.

Présenter nos connaissances sur la distribution de la matière dans l'univers et de sa formation, afin de pouvoir nous situer dans l'espace et dans le temps.

CONTENU

Le cours III est consacré à l'étude de la physique stellaire et interstellaire. Les principaux chapitres en sont :

Introduction, matière interstellaire, évolution stellaire, étoiles doubles et étoiles variables, amas stellaires, distribution spatiale des étoiles et de la matière interstellaire.

Le cours IV est consacré à la distribution de la matière dans l'univers et aux problèmes de cosmologie observationnelle. Les principaux chapitres sont :

Les galaxies, l'échelle des distances cosmiques, les structures à grande échelle dans l'univers, modèles d'univers et observations, histoire thermique de l'univers.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MODELES ET REACTIONS NUCLEAIRES I, II						
Enseignant : J.P. PERROUD, Agrégé UNIL						
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	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Rappel des propriétés générales du noyau atomique. Description du système composé de deux nucléons; mouvement dans un champ central, états liés, moment cinétique et théorème de Wigner-Eckart, processus de collision, section efficace. Interaction forte entre nucléons, lois d'invariances. Le deutéron, la diffusion nucléon-nucléon. Description du système composé de A nucléons. Modèles de structure; modèle en couches et modèles collectifs. Modèles de réactions. 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 : PARTICULES ELEMENTAIRES I, II						
Enseignant : Monique WERLEN, Maître assistant UNIL						
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.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique des particules dans le formalisme moderne en insistant sur les théories de jauge et les brisures de symétries. Exercices : méthodes de calculs et liaison avec les techniques expérimentales.

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours (ex cathedra et participation active des étudiants) et exercices en classe

DOCUMENTATION : Copies des transparents. Introduction to elementary particle physics, D. Griffiths, Wiley 1987. Modern elementary particle physics, G. Kane, Addison-Wesley 1993
(The experimentl foundations of particle physics, R. Cahn, G. Goldhaber, Cambridge Univ. Press, 1989.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de Physique quantique I et II de 3^e et cours de Physique nucléaire et corpusculaires de 3^e. Notions de base de relativité, de théorie des groupes.
Préparation pour : 3^eème cycle de physique. Aspects théoriques fondamentaux assez généraux pour s'appliquer à d'autres domaines (supraconductivité). Méthodes expérimentales applicables à de nombreux domaines de recherche.

Titre : ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX						
Enseignant : vacat 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

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 où neutres, mésons π , K, neutrons, hyperons, γ , neutrinos, utilise celles produites dans des réactions induites par des particules stables chargées sur des cibles: ces particules secondaires doivent donc être sélectionnées selon leur masse, charge et impulsion, puis "conduites" (comme dans le premier cas) à la zone d'expérience qui peut être distante de plusieurs kilomètres; avec des tolérances latérales de l'ordre du millimètre. Dans les accélérateurs et surtout les anneaux de stockage, les particules décrivent des trajectoires allant jusqu'à plusieurs milliards de km de longueur, dont les positions sont définies à quelques dixièmes de mm près.

CONTENU

- Equations du mouvement des particules chargées dans les champs électriques et magnétiques non-uniformes.
- Forme matricielle des solutions, analogie avec l'optique géométrique.
Applications : "transports" des particules, les "spectromètres" et leur utilisation dans diverses expériences fondamentales de physique des particules (G-2, hypermoyaux, cp, masse neutrinos, etc....).
- Stabilité des systèmes cycliques; les fonctions de Mathieu et le calcul de l'enveloppe des trajectoires.
- Le théorème de Liouville : l'espace de phase et l'évolution des trajectoires; effet du vide, de l'émission de rayonnement synchrotron, du refroidissement stochastique : applications aux systèmes de collisions faisceaux-faisceaux et limites de ces systèmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Quelques chapitres polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Relativité restreinte

Préparation pour :

Titre : DETECTION DE PARTICULES IONISANTES						
Enseignant : J.F. LOUDE, 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 (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 impulsionnels électroniques: chambres d'ionisation (à gaz, liquides et solides), compteurs proportionnels (à gaz). Calcul de la forme de l'impulsion de courant (théorème de Ramo) et de la résolution en énergie. Détecteurs à gaz en mode G.M. et S.Q.S. Compteurs à scintillations et de Tchérénkov. Mesures de la position d'impact d'une particule, d'un instant de détection et d'une énergie déposée au moyen de détecteurs impulsionnels électroniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE I						
Enseignant : P. ERDOES, 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	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique biologique.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Littérature courante.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE II						
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	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la physique biologique.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Une liste sera distribuée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux individuels de recherche.

Titre : THEORIE QUANTIQUE DES COLLISIONS							
Enseignant : G. WANDERS, 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	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique 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 : Polycopié du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES (Chap.choisis de phys. théorique)							
Enseignant : J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL							
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	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Champs classiques

Champs et systèmes d'oscillateurs harmoniques. Champs relativistes, actions des groupes de Lorentz et de Poincaré. Equations de Klein-Gordon, de Dirac, de Maxwell, de Yang-Mills. Lagrangiennes. Symétries et courants conservés.

2. Champs quantiques

Systèmes de particules indiscernables, espaces de Fock pour bosons et pour fermions. Systèmes d'oscillateurs harmoniques et systèmes de bosons. Champs quantiques relativistes libres. Intégrales fonctionnelles. Problèmes de sources extérieures.

3. Champs en interaction

Matrice S, sections efficaces, taux de désintégration. Matrice S et fonctions de Green. Développement perturbatif et diagrammes de Feynmann.

4. Applications à la physique des particules élémentaires

5. Problèmes plus avancés

Renormalisation. Resommations. Attaques non perturbatives.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Electrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.

Préparation pour :

Physique théorique, Physique des particules élémentaires.

