ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT
DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNÉE ACADÉMIQUE 1995 - 1996

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

1995-1996

arrêté par la direction de l'EPFL le 8 mai 1995

Chef de département	**Prof. A. Quattropani**
Président de la commission d'enseignement	**Prof. R. Fivaz**
Conseillers d'études :	
1ère année	**Prof. E. Kapon**
2ème année	**Prof. G. Margaritondo**
3ème année	**Prof. J.-Ph. Ansermet**
4ème année	**Prof. Ch. Gruber**
Diplômants	**Prof. W. Benoit**
Coordinateur STS	**Prof. Y. de Ribeaupierre**
Administratrice	**Mme 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														224
Analyse I,II (cours en allemand)	Wohlhauser	DMA	4	4		4	4														224
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	(2)																		
Analyse III,IV	Chatterji	DMA							3	2		3	2								140
Algèbre linéaire I,II	Boéchat	MAF	3	2		3	2														140
Probabilité et statistique I	Nüesch	DMA							2	1											42
Analyse numérique	Rappaz J.	DMA				2	1														42
Méthodes mathématiques de la physique I,II	Pfister	DMA							2	2		2	2								112
Géométrie II	Semmler	DMA				3	2														70
Physique générale :																					
Mécanique générale I,II	Martin Ph.	DP	3	2		2	2														126
Physique générale I	Martin J.-L.	DP				4	2														84
Physique générale II,III	Chatelain A.	DP							4	2		4	2								168
Physique TPD	Gremaud	DP									4			4							112
Physique TPA	Dimitropoulos	DP															8			8	224
Expérimentation numérique TP	Baldereschi	DP							1		1	1		1							56
Chimie :																					
Chimie appliquée	Plattner/Javet/Friedli	DC	4	1																	70
Physique théorique :																					
Mécanique analytique	vacat	DP										3	2								70
Physique statistique I,II	Gruber	DP													2	2		2	2		112
Physique quantique I,II	Quattropani	DP													2	2		2	2		112
Physique de la matière condensée :																					
Cristallographie I	Schwarzenbach	PHF							2	2											56
Physique des matériaux solides I,II	Schneider	PHF													2	2		2	2		112
Autres domaines de la physique :																					
Electrodynamique	Tran	DP													2	2					56
Physique nucléaire et corpusculaire I	Joseph	PHF													2	1					42
Physique nucléaire et corpusculaire II	Joseph	PHF																2	*1*		42
Physique des plasmas I	Tran	DP																2	2		56
Optique	Kapon	DP																2	2		56
Réseaux des neurones	vacat	DI																2	2		56
Hydrodynamique	Deville/Monkewitz	DGM																2	2		56
Informatique :																					
Programmation	Gennart	DI	1		3																56
Technologies :																					
Introduction à la métrologie	Schuller/Gremaud	DP	1		3																56
Electronique I,II	Mlynek	DE							2		2	2		2							112
Construction	Ziegenhagen/Savoie	DP															4				56
Atelier mécanique	Randin	DP															(1)				
Préparation projet d'ingénieur *	Profs divers	DP/DGC																2			28
* Mesures des déformations (obligatoire pour les étudiants suivant le projet d'ingénieur en [illegible] déformations)	Jacquot	DGC																2			28
Enseignement non [illegible]																					
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			
Cours STS	Profs divers								2			2			2			2			112
- Droit I,II	Haldy J.	DMT							2			2									56
- Gestion d'entreprise I,II	Raffournier	DMT							2			2									56
- Introduction aux sciences humaines	Bassand/Da Cunha	DA/DGR							2			2									56
	Tarradellas																				
- Histoire des sciences et des techniques	Zuppiroli	DP													2			2			56
- Physiologie et représentation du monde	De Ribaupierre	PHF													2			2			56
Divers :																					
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP														1			1		28
Totaux : Tronc commun			16	9	6	18	13		18	9	7	17	8	7	12	10	12	14	10	8	
Totaux : Par semaine				31			31			34			32			34			32		
Totaux : Par semestre				434			434			476			448			476			448		

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

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		7			8			
Matière	**Enseignants**		**c**	**e**	**p**	**c**	**e**	**p**	
Projet obligatoire :									
Travaux pratiques IV selon option:	Profs divers :				8			12	280
Physique expérimentale	Ansermet, Buttet, Châtelain A., Kern, Monot	DP							
Physique théorique	Gruber, Kunz, Martin Ph., Quattropani	DP							
Physique des semiconducteurs	Baldereschi, Fivaz, Lévy, Margaritondo	DP							
Génie médical	Meister	DP							
Microscopie et Optoélectronique	Deveaud, Ilegems, Kapon, Reinhart	DP							
Physique métallurgique	Benoit, Martin J.-L., Zuppiroli	DP							
Physique des réacteurs	Chawla	DP							
Physique des plasmas	Tran, Troyon, Villard	CRPP							
Optique appliquée	Salathé	DMT - LOA							
Enseignement non technique :									
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)			
Projet STS	Profs divers	DP			2			2	56
Divers:									
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP		1			1		28
Projet d'ingénieur	Profs divers	sauf DP			4				56
Cours à option :									
Minimum d'heures exigé dont au minimum 2 cours			10	7		10	7		476
et au maximum 3 dans le groupe 1									
Groupe 1 :									
Physique des matériaux I,II	Schaller	DP	2	2		2	2		112
Physique du solide avancée I,II	Baldereschi/Quattropani	DP	2	2		2	2		112
Méthodes expérimentales en physique I,II	Chatelain A./Buffat/Ganière	DP	2	2		2	2		112
Physique statistique avancée I+II *	Martin Ph. + vacat	DP	2	2		2	2		112
Physique quantique avancée I+II *	Kunz + vacat	DP	2	2		2	2		112
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + *	Reuse +	DP	2	2					56
Optique quantique *	Schwendimann					2	2		56
Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques + *	Reuse +	DP	2	2					56
Electrodynamique quantique *	Reuse					2	2		56
Groupe 2 :									
Microscopie électronique +	Martin J.-L./Gotthardt /Buffat	DP	2	*1*		*1*		2	84
Caractérisation des microstructures	Martin J.-L./Gotthardt +Buffat								
Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés	Gremaud	DP				2	*1*		42
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	DP	2	*1*		2	*1*		84
Dispositifs optiques à semiconducteurs									
Génie médical I : Physique du système cardiovasculaire +	Meister	DP	2	*1*		2	*1*		84
Génie médical II : Techniques biomédicales									
Physique des plasmas II + III	Appert + Lister	DP	2	*1*		2	*1*		84
Chapitres choisis d'optique moderne I,II	Reinhart	DP	2	*1*		2	*1*		84
Physique des neutrons	Chawla	DP	2	*1*					42
Simulation numérique de systèmes physiques	Baldereschi	DP	2	*1*		2	*1*		84
Chapitres choisis en physique de la matière condensée I	vacat	DP	2	*1*					42
Chapitres choisis en physique de la matière condensée II	Ansermet	DP				2	*1*		42
Relativité et cosmologie I,II	Gruber	DP	2	*1*		2	*1*		84
Physique des surfaces, interfaces et clusters	Kern/Monot/Schneider	DP/PHF	2	*1*		2	*1*		84
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldi P.-A.	DGC				2	*1*		42
Sciences du vivant	vacat	DP	2	*1*		2	*1*		84
Phénomènes non linéaires et chaos	Kunz	DP	2	*1*		2	*1*		84
Autres cours agréés par le département de Physique (y compris les cours de la section de physique de la Faculté des Sciences et les cours de 3ème cycle organisés par le département de Physique)									
* cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels									
Totaux : Tronc commun minimum			10	8	14	10	8	14	
Totaux : Par semaine				32			32		
Totaux : Par semestre				448			448		

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

RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES DE LA SECTION DE PHYSIQUE
(sessions de printemps, d'été et d'automne 1996)

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. Géométrie II (écrit)	1
5. Analyse numérique (écrit)	1
6. Mécanique générale I,II (écrit)	1
7. Physique générale I (oral)	1
8. Chimie appliquée (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, 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. Probabilité et statistique I (écrit)	1
3. Physique générale II,III (oral)	1
4. Physique générale II,III (écrit)	1
5. Méthodes mathématiques de la physique I,II (oral)	1
6. Mécanique analytique (écrit)	1
7. Cristallographie I (oral)	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
12. STS (hiver+été)	1

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

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

Examens de promotion

Art. 4 - Cours à option de 3ème année

Au 6ème semestre, l'étudiant choisit deux cours à option parmi les cinq 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. STS (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'alinea 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 exigés 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 STS (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 selon l'art. 7	10 (total)

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 1995/96.

8 mai 1995 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 3 octobre 1994 (état au 1er octobre 1995)

La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne,

vu l'article 28, 4ème alinéa, lettre a, de la loi sur les EPF du 4 octobre 1991 [1)]

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 Les principes fixés aux articles 2 à 10 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 intéressés.

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.

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.

---

1) RS 414.110

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.

6 Des motifs personnels ne peuvent justifier a posteriori l'annulation du résultat d'une épreuve, exception faite du cas dans lequel il est démontré que les troubles subis par le candidat l'empêchaient de réaliser qu'il n'était pas en possession de toutes ses facultés.

Art. 6 Appréciation des travaux

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

Art. 7 Langue d'examens

Les épreuves se déroulent en français, à l'exception des épreuves portant sur les langues. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques.

Art. 8 Répétition des examens

1 Si un candidat a échoué à un examen, il peut s'y présenter une seconde et dernière 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. 9 Consultation des travaux d'examen

1 Le candidat peut consulter ses travaux écrits auprès de l'examinateur dans les six mois qui suivent l'examen.

2 La consultation est réglée conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative [1].

Art. 10 Réexamen et voies de droit

1 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'une nouvelle appréciation ou de rectification auprès du directeur des affaires académiques dans un délai de 10 jours à compter de leur notification.

2 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours administratif auprès du Conseil des écoles polytechniques fédérales dans un délai de 30 jours à compter de leur notification.

Section 3 : Contrôle dans le cadre des études de diplôme

Art. 11 Contrôle continu

1 Dans les branches théoriques, le contrôle continu durant les semestres (exercices associés à des cours et travaux écrits) permet aux étudiants et aux enseignants de vérifier l'assimilation de l'enseignement.

2 Les résultats obtenus peuvent être pris en compte dans les épreuves théoriques selon des modalités fixées par les enseignants et annoncées aux étudiants en début de semestre.

3 L'organisation d'un contrôle continu payant par les enseignants est facultative.

4 L'étudiant n'est pas tenu de se soumettre au contrôle continu payant. Dans ce cas, seule la note de l'épreuve est prise en considération.

---

[1] RS 172.021

5 Le contrôle continu payant peut uniquement contribuer à l'augmentation de la note de l'épreuve correspondante et ceci pour au maximum deux points.

Art. 12 Séries d'examens

1 Les examens de diplôme comprennent :
a. au premier cycle :
deux examens propédeutiques à la fin des première et deuxième années d'études;
b. au deuxième cycle :
des examens de promotion en troisième et quatrième années d'études;
un examen final de diplôme.

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

Art. 13 Contenu des examens

1 Les examens propédeutiques et les examens de promotion comprennent dix 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 porte sur des branches enseignées au deuxième cycle et comprend un travail pratique.

Art. 14 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 et l'examen final de diplôme, si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département ou le conseil de section détermine le genre des épreuves.

3 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

Art. 15 Travail pratique de diplôme

1 Pour pouvoir entreprendre le travail pratique de diplôme, le candidat doit avoir réussi l'examen final de diplôme selon les modalités fixées dans les règlements d'application. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques, sur proposition du département concerné.

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 ou 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 de diplôme se déroulent à la fin de chaque semestre et en automne après le dernier semestre d'études.

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. donnent aux départements les informations nécessaires sur leurs enseignements pour éditer le livret des cours;
b. choisissent la matière des épreuves;
c. informent les étudiants de la matière et du déroulement des épreuves;
d. formulent les questions des épreuves;
e. conduisent l'interrogation;
f. tiennent un procès-verbal (notes manuscrites) de chaque interrogation orale;
g. apprécient les prestations des candidats;
h. fixent les notes, les alinéas 3 et 4 de l'article 17 étant réservé;
i. conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les épreuves orales ainsi que les travaux écrits, exception faite en cas de recours pendant.

Art. 18 Experts

1 Un expert est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'examinateur et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section. Il tient un procès-verbal (notes manuscrites) du déroulement de l'épreuve; ces informations peuvent être demandées par la conférence des notes et le cas échéant par les 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. Il ne participe pas à la notation.

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 joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.

4 Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour le travail pratique et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Il veille en outre au bon déroulement de la présentation orale, 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'examinateur et l'expert, membre ou non de l'EPFL, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

Art. 20 Conférence des notes

1 Pour chaque examen, une conférence des notes est organisée. Elle est composée du président de la Commission d'enseignement de l'EPFL qui la préside, du président de la commission d'enseignement du département ou de la section, du directeur des affaires académiques et du chef du service académique. Des suppléants sont admis.

2 La conférence des notes est habilitée, lorsque des circonstances particulières le justifient, à modifier une note d'examen avec l'accord de l'examinateur et au besoin de l'expert.

Art. 21 Communication des résultats des examens

1 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 et des crédits obtenus.

Art. 22 Admission à des semestres supérieurs et à l'examen final de diplôme

1 Pour pouvoir s'inscrire au 3ème, ou au 5ème 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 7ème semestre, ou à l'examen final de diplôme, l'étudiant doit avoir réussi l'examen de promotion le précédant ou avoir obtenu le nombre de crédits exigés par la section et figurant dans le règlement d'application.

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 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 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre exiger des conditions particulières supplémentaires.

Art. 24 Répétition d'examens aux 1er et 2ème cycles

1 La répétition porte sur les ensembles de branches dont la moyenne exigée n'est pas atteinte sous réserve de l'article 25 alinéa 8.

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.

4 Les règlements d'application, avec système de crédits, fixent les conditions de répétition pour les examens de promotion et pour l'examen final de diplôme.

Art. 25 Conditions de réussite et système des crédits au 2ème cycle

1 A chaque enseignement du deuxième cycle est associé un certain nombre de crédits, correspondant à un volume de travail moyen estimé pour cet enseignement. Les crédits sont précisés dans le règlement d'application.

2 L'inscription au travail pratique de diplôme nécessite l'acquisition d'au moins 120 crédits. Les plans d'études sont conçus pour pouvoir les obtenir en deux ans. La durée maximale du 2ème cycle est de quatre ans.

3 Les règlements d'application des sections ayant adopté le système de crédits doivent définir :
a. la répartition des cours en blocs soumis éventuellement à des conditions particulières;
b. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc;
c. les conditions d'obtention des crédits;
d. les conditions de passage en semestre supérieur.

4 Chaque branche fait l'objet d'un contrôle noté à la fin du semestre ou de l'année. Le ou les crédits sont attribués lorsque la note obtenue dans la branche est égale ou supérieure à 6 si les règlements d'application n'en disposent pas autrement.

5 Pour certains blocs spécifiques, l'ensemble de tous les crédits correspondant peut être accordé si la moyenne des notes est suffisante. Pour d'autres, l'ensemble des crédits est accordé si un nombre minimal de branches est réussi.

6 Un cours peut être examiné au maximum deux fois.

7 Les crédits obtenus dans le cadre d'un programme de mobilité sont considérés comme acquis.

8 En cas de répétition, les notes égales ou supérieures à 6 restent acquises, ainsi que les crédits correspondants.

9 Les sections sans système propre de crédits, et qui participent aux programmes régis par les règles du système européen de transfert de crédits (ECTS), établissent une liste des unités de crédits accordées à leurs enseignements.

Art. 26 Diplôme et titre

1 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.

2 L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants :

en Génie civil	ingénieur civil (ing.civ.dipl.EPF)
en Génie rural, environnement et mensuration	ingénieur du génie rural (ing.gén. rur.dipl.EPF)
en Génie mécanique	ingénieur mécanicien (ing.méc.dipl.EPF)
en Microtechnique	ingénieur en microtechnique (ing.microtechn.dipl.EPF)
en Electricité	ingénieur électricien (ing.él.dipl.EPF)
en Systèmes de communication	ingénieur en systèmes de communication (ing.sys.com.dipl.EPF)
en Physique	ingénieur physicien (ing.phys.dipl.EPF)
en Chimie	ingénieur chimiste (ing.chim.dipl.EPF)
en Mathématiques	ingénieur mathématicien (ing.math.dipl.EPF)
en Informatique	ingénieur informaticien (ing.info.dipl.EPF)
en Matériaux	ingénieur en science des matériaux (ing.sc.mat.dipl.EPF)
en Architecture	architecte (arch.dipl.EPF)

Section 4 : Dispositions finales

Art. 27 Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance du 26 juin 1991 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 5 octobre 1994.

12 juin 1995

Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

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

TABLE DES MATIERES

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
COURS OBLIGATOIRES			
Analyse I, II	Zwahlen	1er, 2e	1, 2
Analysis I, II (en allemand)	Wohlhauser	1er, 2e	3, 4
Analyse III, IV	Chatterji	3e, 4e	5, 6
Algèbre linéaire I, II	Boéchat	1er, 2e	7, 8
Programmation I	Gennard	1er	9
Probabilité et statistique I	Nuesch	3e	10
Analyse numérique	Rappaz J.	2e	11
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister	3e, 4e	12, 13
Géométrie II	Semmler	2e	14
Mécanique générale I, II	vacat	1er, 2e	15, 16
Physique générale I	Martin J.L.	2e	17
Introduction à la métrologie	Gremaud, Schaller	1er	18
Chimie appliquée	Plattner, Javet, Friedli	1er	19
Physique générale II, III	Châtelain A.	3e, 4e	20, 21
Mécanique analytique	vacat	4e	22
Cristallographie I	Schwarzenbach	3e	23
Electronique I, II	Mlynek	3e, 4e	24, 25
Expérimentation numérique	Baldereschi	3e, 4e	26, 27
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	28, 29
" " "	Dimitropoulos	5e, 6e	30
Atelier de mécanique	Randin	5e	31
Construction	Ziegenhagen Savoie	5e	32
Physique statistique I, II	Gruber	5e, 6e	33, 34
Physique quantique I, II	Quattropani	5e, 6e	35, 36
Physique des matériaux solides I, II	Schneider	5e, 6e	37, 38
Electrodynamique	Tran	5e	39
Physique des plasmas I	Tran	6e	40
Optique	Kapon	6e	41
Physique nucléaire et corpusculaire I, II	Joseph	5e, 6e	42, 43
Réseaux des neurones	Thiran	6e	44
Hydrodynamique	Deville, Monkewitz	6e	45

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
STS : Droit I, II	Haldy J.	3e, 4e	46, 47
STS : Gestion d'entreprise I, II	Raffournier	3e, 4e	48, 49
STS : Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie	Bassand, Da Cunha Tarradellas	3e, 4e	50
STS : Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	5e, 6e	51
STS : Histoire des sciences et des techniques	Zuppiroli	5e, 6e	52
Mesures des déformations	Jacquot	6e	53

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	54, 55
Physique du solide avancée I, II	Baldereschi, Quattropani	7e. 8e	56, 57
Méthodes expérimentales en physique I, II	Châtelain A., Buffat, Ganière	7e, 8e	58
*Physique statistique avancée I, II	Martin Ph., Kunz	7e, 8e	59, 60
*Physique quantique avancée I, II	Kunz, vacat	7e, 8e	61, 62
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	63
*Optique quantique	Schwendimann	8e	64
*Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques +	Reuse	7e	63
*Electrodynamique quantique	Reuse	8e	65

* = 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 + Caractérisation des microstructures	Martin J.L., Gotthardt, Buffat	7e, 8e	66, 67
Anélasticié et plasticité des milieux solides ordonnés	Gremaud	8e	68
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	7e	69
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	70

Titre du cours	*Enseignant(s)*	*Semestre(s)*	*Page(s)*
Génie médical I, II	Meister	7e, 8e	71, 72
Physique des plasmas II, III	Appert, Lister	7e, 8e	73, 74
Chap. ch. d'optique moderne I, II	Reinhart	7e. 8e	75, 76
Physique des neutrons	Chawla	7e	77
Aspects physiques de la production d'énergie	Haldi P.A.	8e	78
Simulation numérique de systèmes physiques	Baldereschi	7e, 8e	79, 80
Chap. ch. en physique de la matière condensée I, II	vacat, Ansermet	7e, 8e	81, 82
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	83
Physique des surfaces, interfaces et clusters	Kern, Monot, Schneider	7e,	84
	Harbich	8e	85
Sciences du vivant	vacat	7e, 8e	86
Phénomènes non linéaires et chaos	Kunz	7e, 8e	87, 88
Physique théorique avancée I, II	Erdös	7e, 8e	89, 90
Astronomie et astrophysique III, IV	Hauck	7e, 8e	91
Modèles et réactions nucléaires I, II	Joseph, Bay	7e, 8e	92
Particules élémentaires I, II	Bay	7e, 8e	93
Accélération des particules et optique des faisceaux	Perroud	7e	94
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	95
Chap. choisis de physique théorique I, II	Erdoes	7e, 8e	96, 97
Théorie quantique des collisions	vacat	7e	98
Champs quantiques relativistes	Lucchesi, Loeffel	7e, 8e	99

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

LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

Nom de l'enseignant	*Pages*
Ansermet	82
Appert	73
Baldereschi	26, 27, 56, 57, 79, 80
Bassand	50
Bay	92, 93
Boéchat	7, 8
Buffat	58, 66, 67
Châtelain	20, 21, 58
Chatterji	5, 6
Chawla	77
Da Cunha	50
De Ribaupierre	51
Deville	45
Dimitropoulos	30
Erdös	88, 89, 96, 97
Friedli	19
Ganière	58
Gennard	9
Gotthardt	66, 67
Gremaud	18, 28, 29, 68
Gruber	33, 34, 83
Haldi P.A.	78
Haldy J.	46, 47
Harbich	85
Hauck	91
Ilegems	69, 70
Jacquot	53
Javet	19
Joseph	42, 43, 92
Kapon	41
Kern	84
Kunz	60, 61, 87, 88

Nom de l'enseignant	*Pages*
Lister	74
Loeffel	99
Loude	95
Lucchesi	99
Martin J.L.	17, 66, 67
Martin Ph.	59
Meister	71, 72
Mlynek	24, 25
Monkewitz	45
Monot	84
Nuesch	10
Perroud	94
Pfister	12, 13
Plattner	19
Quattropani	35, 36, 56, 57
Raffournier	48, 49
Randin	31
Rappaz J.	11
Reinhart	75, 76
Reuse	63, 65
Savoie	32
Schaller	18, 54, 55
Schneider	37, 38, 84
Schwarzenbach	23
Schwendimann	64
Semmler	14
Tarradellas	50
Thiran	44
Tran	39, 40
Wohlhauser	3, 4
Ziegenhagen	32
Zuppiroli	52
Zwahlen	1, 2

Titre :	ANALYSE I
Enseignant :	B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 112	*Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

Calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable.

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

Eléments d'équations différentielles ordinaires.

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	ANALYSE II
Enseignant :	B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 112	*Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Mathématiques.....	2	X			X	
Physique	2	X			X	
Faculté Sci., HEC.....	2	X			X	
.....	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 linéraire I.
Préparation pour :

Titre :	ANALYSIS I in deutscher Sprache / ANALYSE I en allemand
Enseignant :	A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 112	*Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 (2) *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	1	X			X	
MA, INF	1	X			X	
GC, GR, GM.....	1	X			X	
EL, MT, MX	1	X			X	

ZIELSETZUNG / OBJECTIFS

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf di Bedürfnisse des Ingenieurs.

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

INHALT / CONTENU

- Stetigkeit und Grenzwerte von Funktionen
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung einer rellen Variablen
- Integration
- Unendliche Reihen
- Der Taylorsche Satz und Potenzreihen
- Differentialrechnung mehrerer reeller Variabler

UNTERRICHTSFORM : Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.
Das mathematische Vokabular wird zweispraching erarbeitet (d/f).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices en petits groupes.
Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f).

DOKUMENTATION : Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

DOCUMENTATION : Sera communiquée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Basisvorlesung / Cours de base

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	ANALYSIS II in deutscher Sprache / ANALYSE II en allemand
Enseignant :	A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 112	*Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 4 (2) *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	2	X			X	
MA, INF	2	X			X	
GC, GR, GM	2	X			X	
EL, MT, MX	2	X			X	

ZIELSETZUNG / OBJECTIFS

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

INHALT / CONTENU

- Integrairechnung mehrerer reeller Variabler
- Vektorfelder
- Differentialgleichungen 1-ter Ordnung
- Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten
- Lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten

UNTERRICHTSFORM : Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.
Das mathematische Vokabular wird zweispraching erarbeitet (d/f).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices en petits groupes.
Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue (d/f).

DOKUMENTATION : Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

DOCUMENTATION : Sera communiquée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Basisvorlesung / Cours de base

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	ANALYSE III					
Enseignant :	S. D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA					
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3	*Exercices* 2	*Pratique*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	3	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physique Faculté	3	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- Eléments d'analyse vectorielle: théorèmes de Gauss et Stokes.
- Eléments d'analyse complexe: théorème de Cauchy et ses applications.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.
Préparation pour :

Titre :	ANALYSE IV
Enseignant :	S. D. CHATTERDJI, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.
Préparation pour :

Titre :	ALGEBRE LINEAIRE I
Enseignant :	J. BOECHAT, Professeur UNIL
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Algèbre linéaire II.

Titre :	ALGEBRE LINEAIRE II
Enseignant :	J. BOECHAT, Professeur UNIL
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

- Formes bilinéaires et 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 :	B. GENNART, Chargé de cours EPFL/DI
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 3

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même de :

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

CONTENU

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

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

Chaque séance comporte une heure de cours pour introduire les nouveaux concepts nécessaires à la réalisation d'un ou plusieurs programmes, et trois heures de travaux pratiques pour réaliser ces programmes. Le professeur et les assistants sont disponibles lors des travaux pratiques pour répondre aux questions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Une heure de cours, suivie de trois heures de travaux pratiques

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Programmation II.

Titre :	PROBABILITE ET STATISTIQUE I
Enseignant :	P. NÜESCH, Professeur EPFL/DMA
Heures totales : 42*/56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1*/2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Initier les étudiants au calcul des probabilités, à la modélisation statistique et à l'analyse de données. Au terme du cours, les étudiants devraient connaître l'importance des modèles probabilistes dans le monde moderne et être capables d'appliquer les modèles statistiques courants.

CONTENU

1. **Axiomes des probabilités**
   Evénements et ensemble fondamental. Axiomes du calcul des probabilités.
2. **Analyse combinatoire**
   Equiprobabilité, éléments fondamentaux.
3. **Probabilité conditionnelle et indépendance**
   Formule de Bayes. Indépendance.
4. **Variables aléatoires**
   Définition. Fonction de distribution. V.A. discrètes. Principales lois de V.A. discrètes. Fonction de distribution d'une valeur V.A. transformée.
5. **Variables aléatoires continues**
   V.A. uniformes. V.A. normales. Autres lois continues.
6. **Variables aléatoires simultanées**
   Définition. Indépendance. Somme de V.A. indépendantes. Distributions conditionnelles. Statistiques d'ordre.
7. **Espérance mathématique**
   Définition. Espérance conditionnelle. Moments de V.A. Fonction génératrice.
8. **Théorèmes limites**
   Lois des grands nombres. Théorème limite, central.
9. **Processus stochastiques**
   Définition. Exemples. Notions de base.

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

DOCUMENTATION : Livre : *Initiation aux probabilités*, S.M. Ross

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Statistique appliquée, statistique mathématique, probabilités
Préparation pour : Probabilités appliquées, processus stochastiques

Titre :	ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant :	J. RAPPAZ, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2		*Exercices* 1		*Pratique*		
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*		*Théoriques*	*Pratiques*
Physique/Physique Faculté ..	2	X				X	
Informatique	4	X				X	
.....							
.....							

OBJECTIFS

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

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

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

Equations et systèmes d'équations non linéaires. Equations et systèmes différentiels.

Problèmes de valeurs propres. Problèmes de moindres carrés.

Différences finies. Eléments finis. Volumes finis.

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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

II. Equations linéaires du 2e ordre. Problèmes avec conditions de bord. Fonctions de Green. Problème de Sturm-Liouville. Systèmes orthogonaux de fonctions.

III. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE II
Enseignant :	C.-E. PFISTER, Chargé de cours EPFL/DMA-DP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

III. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert.

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

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	GEOMETRIE II						
Enseignant :	K.-D. SEMMLER, Chargé de cours EPFL/DMA						
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3		*Exercices* 2		*Pratique*		
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	2	X			X		
Mathématiques.....	2	X			X		
Physique Faculté.....	2	X			X		
Mathématiques Faculté	2	X			X		

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 (éventuellement)

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 :	vacat						
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3		*Exercices* 2		*Pratique*		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*		
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*	
Physique	1	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]	
Mathématiques.....	1	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]	
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois générales de la cinématique et de la dynamique du point matériel. Il sera capable d'analyser l'évolution de systèmes et de trouver les forces responsables du mouvement.

CONTENU

Introduction à la physique générale

Espace de configuration

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

Cinématique

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

Dynamique

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

Gravitation universelle

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation au niveau maturité.

Préparation pour : Mécanique générale II, physique générale, mécanique appliquée, résistance des matériaux.

Titre : MECANIQUE GENERALE II

Enseignant : vacat

Heures totales : 56 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois de la dynamique des systèmes matériels; il sera capable de les appliquer à l'étude de l'équilibre et du mouvement, de solides et de systèmes de points matériels.

CONTENU

Systèmes à 1 degré de liberté

Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Particule dans un potentiel central; systèmes de deux particules.

Dynamique du solide

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

Eléments de statique

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

Changement de référentiel et relativité restreinte

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

Mécanique Lagrangienne (Introduction)

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I, Analyse I.

Préparation pour : Physique générale, mécanique appliquée, mécanique analytique, résistance des matériaux.

Titre :	PHYSIQUE GENERALE I						
Enseignant :	J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84	*Par semaine : Cours* 4	*Exercices* 2	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*		*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	2	X				X	
.....							
.....							
.....							

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Etre capable d'utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa 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, Chargés de cours / EPFL/DP
Heures totales : 56	*Par semaine* : *Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 3

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

I Système d'unités et ordre de grandeurs

II Calculs d'erreurs

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

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

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

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

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

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

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

DOCUMENTATION : Notes poylcopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux pratiques

Titre : CHIMIE APPLIQUEE

Enseignant : E. PLATTNER, Professeur, Ph. JAVET, C. FRIEDLI, Prof. tit., EPFL/DC

Heures totales : 70 | *Par semaine : Cours* 4 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Structure atomique, tableau périodique, liaisons chimiques.
- Etats de la matière, lois de base; règle de nomenclature.
- Réaction chimique; stoechiométrie, bilan énergétique; équilibres chimiques; affinités et potentiel chimique; éléments de cinétique et de photochime.
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chmie industrielle.
- Introduction à la chimie organique.
- Physio-chimie de l'eau; propriétés des ions en solution; acides et bases.Oxydo-réduction, loi de Nernst et série électrochimique. L'état colloïdal.

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

DOCUMENTATION : Livre PPR

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

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE GENERALE II						
Enseignant :	A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84	*Par semaine : Cours* 4	*Exercices* 2	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	3	X			X		
.....							
.....							
.....							

OBJECTIFS

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

CONTENU (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. Impédence, 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 chimiqe, 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 :	A. CHATELAIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84	*Par semaine : Cours* 4		*Exercices* 2		*Pratique*		
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	4	X			X		
.....							
.....							
.....							

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

Titre : MECANIQUE ANALYTIQUE						
Enseignant : vacat						
Heures totales : 70	*Par semaine : Cours* 3 *Exercices* 2 *Pratique*					
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	X			X	
Physique Faculté.....	4	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours.

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

Titre :	CRISTALLOGRAPHIE I
Enseignant :	D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, on offre la possibilité à des étudiants ingénieurs physiciens de s'introduire à l'électronique. Cette offre est soutenue par : des séances de cours / exercices, des travaux pratiques de laboratoire ainsi qu'un polycopié d'introduction à l'électronique pour physiciens.

Le premier semestre est consacré aux notions de base : électronique et éléments à semiconducteurs.

CONTENU

Electrotechnique :
Maxwell et Kirchhoff. Effets capacitif, inductif et résistif. Analogie mécanique. Symboles. Notion complexe. Association de dipôles. Théorèmes linéaires.

Analyse de systèmes linéaires :
Système en électricité. Analyse fréquentielle et temporelle. Laplace, Fourier. Etude de circuits RC, RL, RLC.

Diodes et transitors :
Semi-conducteurs et jonction PN. Transistor bipolaire. Transistor MOS.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :	Cours, exercices, travaux de laboratoire.
DOCUMENTATION :	Documents polycopiés, références à des ouvrages
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS	Métrologie, Physique
Préalable requis :	Introduction à la métrologie (Tomes I et II)
Préparation pour :	Electronique II, travaux pratiques de physique

Titre :	ELECTRONIQUE II						
Enseignant :	D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices*		*Pratique* 2			
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*		*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	4	[X]	[ ]	[ ]		[ ]	[X]
.....		[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]		[ ]	[ ]

OBJECTIFS

Dans cet enseignement, on offre la possibilité à des étudiants ingénieurs physiciens de s'introduire à l'électronique. Cette offre est soutenue par : des séances de cours / exercices, des travaux pratiques de laboratoire ainsi qu'un polycopié d'introduction à l'électronique pour physiciens.

Le second semestre est consacré à des notions de base : amplificateurs opérationnels, systèmes logiques, convertisseurs a / n et n / a, utilisation d'un logiciel de conception.

CONTENU

Amplificateur :

Formalisme des quadripôles. Amplificateur différentiel. Amplificateur opérationnel.

Convertisseurs AN et NA :

Eléments de systèmes logiques. Familles technologiques. Interfaces analogique / numérique et numérique / analogique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :	Cours, 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 : 28	*Par semaine :*	*Cours* 1	*Exercices*		*Pratique* 1	
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	3	X				X
.....						
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Coder une solution informatique d'un système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connait 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 language FORTRAN 90.

Opérations mathématiques de base.

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

Représentation alpha-numérique 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 : 28	*Par semaine : Cours* 1	*Exercices*		*Pratique* 1		
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	4	[X]	[ ]	[ ]	[ ]	[X]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Coder une solution informatique d'un système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connait 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.

Représentation graphique des solutions.

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, Chargé de cours / EPFL/DP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* *Exercices* *Pratique* 4

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

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

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE						
Enseignant :	G. GREMAUD, Chargé de cours / EPFL/DP						
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours*		*Exercices*		*Pratique* 4		
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	4	X				X	
.....							
.....							
.....							

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES
Enseignant :	C. DIMITROPOULOS, Chargé de cours / EPFL/DP
Heures totales : 112/112	*Par semaine : Cours* *Exercices* *Pratique* 8

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	ATELIER MECANIQUE					
Enseignant :	H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn./EPFL /DP					
Heures totales : 14	*Par semaine :*	*Cours*	*Exercices*	*Pratique* 1		
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*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 : 56 | *Par semaine : Cours* *Exercices* *Pratique* 4

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Projets imposés (individuels) puis à choix (individuels ou en groupe) introduits par des démonstrations expérimentales. Visites éventuelles de laboratoires. Séance d'initiation au dessin assisté par ordinateur (DAO).

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

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

Préalable requis : Introduction à la métrologie
Préparation pour : Travaux pratiques avancés et de diplôme.

Titre :	PHYSIQUE STATISTIQUE I					
Enseignant :	C. GRUBER, Professeur EPFL/DP					
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 2	*Pratique*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	5	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
Physique Faculté	5	[X]	[ ]	[ ]	[X]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
.....		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

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 :	C. GRUBER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 2	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	6	X			X		
Physique Faculté.....	6	X			X		
.....							
.....							

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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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" Basdevent (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 : 56	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 2	*Pratique*			
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Théoriques*	*Pratiques*
Physique	6	X			X	
Physique Faculté.....	6	X			X	
.....						
.....						

OBJECTIFS

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

CONTENU

Addition des moments cinétiques.

Théorie non-relativiste du spin.

Théorie des perturbations dépendantes du temps.

Particule chargée dans un champ électromagnétique.

Groupes de transformation.

Indiscernabilité des particules indentiques 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 :	W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION:

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE DES MATERIAUX SOLIDES II
Enseignant :	W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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, 5ème édition, Dunod, Paris 1983. Monographie
N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	ELECTRODYNAMIQUE
Enseignant :	M.Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

IV. Formulation hamiltonienne de l'électrodynamique classique

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

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	PHYSIQUE DES PLASMAS I
Enseignant :	M. Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches 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 plasma. 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 $\underline{E}$ et $\underline{B}$ inhomogènes
- Mouvement dans un champ $\underline{E}$ et $\underline{B}$ dépendant du temps

III. Ondes dans un plasma homogène
- Ondes dans un plasma sans champ magnétique
- Ondes dans un plasma magnétisé froid
- Ondes dans le cadre de la MHD

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 : 56	*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, ondes électromagnétiques, polarisation, réflexion et réfraction.
2. **Propagation de la lumière :**
   Interférences et diffraction, faisceaux Gaussiens, absorption et dispersion, guides d'ondes.
3. **Génération de la lumière :**
   Transitions optiques dans les atomes, émission spontanée et stimulée, relations d'Einstein, cohérence du rayonnement, propriétés statistiques de la lumière.
4. **Lasers :**
   Amplification de la lumière, systèmes à trois et quatre niveaux, saturation du gain, résonateurs optiques, propriétés du rayonnement laser.

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 : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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 : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
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 :	RESEAUX DES NEURONES
Enseignant :	P. THIRAN, Chargé de cours EPFL/DE
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Présenter les principes de base des réseaux de neurones artificiels. Le cours portera en altenance sur les aspects théoriques et pratiques. La relation avec des méthodes classiques de traitement de l'information sera clairement mise en évidence.

CONTENU

Réseaux mono-couche :
- Modèle du perceptron et séparabilité linéaire
- Règles du perceptron, du delta et de la projection

Réseaux multi-couches :
- Limites des réseaux mono-couche et possibilités des réseaux multi-couches
- Méthode de rétropropagation du gradient et ses principales variantes
- Algorithmes constructifs
- Eléments de la théorie de la généralisation

Réseaux récurrents :
- Modèle à connexions latérales fixes
- Réseaux de neurones cellulaires
- Eléments de dynamique non linéaire
- Modèle de Hopfield pour la mémoire associative et l'optimisation
- Méthodes d'apprentissage pour réseaux récurrents

Réalisations matérielles (analogiques et numériques)

Quelques applications.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié "Réseaux neuronaux", compléments distribués au cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	HYDRODYNAMIQUE
Enseignant :	M. DEVILLE, P.A. MONKEWITZ, Professeurs EPFL/DGM
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Comprendre les concepts fondamentaux de la mécanique des fluides. Savoir appliquer des méthodes perturbatives à divers problèmes d'écoulement fluide et développer des modèles simplifiés.

CONTENU

- **Revue des équations Navier-Stokes**
  Avec discussion de modèles de fluides (Newtonien en particulier). Cinématique et représentations Lagrangiennes et Euleriennes du champ d'écoulement
- **Ecoulements rotationnels**
  L'évolution de la vorticité et la circulation. Production de vorticité. Dynamique des tourbillons.
- **Ecoulements à faible nombre de Reynolds**
  Modèle de Stokes et ses limitations. Application à l'écoulement lent autour d'un cyclindre et dans une cellule "Hele-Shaw".
- **Ecoulements à nombre de Reynolds modéré**
  Couches limites et interfaces. Le paradoxe de d'Alembert. Limitations de l'approximation de la couche limite : séparation et non-uniformités à courte échelle.
- **Instabilités hydrodynamiques**
  Convection thermique selon Rayleigh-Bénard, écoulement Taylor-Couette, la nappe tourbillonnaire et le rang de tourbillons équidistants.
- **Turbulence**
  La description statistique et les équations moyennées de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope: cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

Hydrodynamique Physique, E. Guyon, J.P. Hulin & L. Petit, Editions du CNRS 1991
Physical Fluid Dynamics, D.J. Tritton, Van Nostrand 1979
Hydrodynamic Stability, P.G. Drazin & W.H. Reid, Cambridge Univ, Press 1985
Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** DROIT I
Enseignant :	J. HALDY, Professeur UNIL
Heures totales : 28	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Gestion d'entreprise I, II, Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie

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 :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** DROIT II
Enseignant :	J. HALDY, Professeur UNIL
Heures totales : 28	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Gestion d'entreprise I, II, Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie

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 :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** GESTION D'ENTREPRISE I
Enseignant :	B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE
Heures totales : 28	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Droit I, II, Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie

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
   - Le marketing

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"
"Le management", Michel Weill, Armand Colin

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour : Gestion d'entreprise II

Titre :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** GESTION D'ENTREPRISE II
Enseignant :	B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE
Heures totales : 28	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Droit I, II, Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie

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 choix des investissements**
   - Les mesures de rentabilité d'un projet
   - La prise en compte du risque

2. **Le calcul des coûts et prix de revient**
   - Les bases du calcul des coûts
   - Les méthodes de calcul

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

DOCUMENTATION: Polycopié "Gestion d'entreprise"
"Le management", Michel Weill, Armand Colin

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Gestion d'entreprise I
Préparation pour :

Titre :	SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS) INTRODUCTION A L'ECONOMIE, LA SOCIOLOGIE ET L'ECOLOGIE
Enseignant :	M. BASSAND Professeur , A. DA CUNHA, chargé de cours, EPFL/DA J. TARRADELLAS, Professeur titulaire EPFL/DGR

Heures totales : 28/28	*Par semaine :*	*Cours* 2	*Exercices*	*Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	3, 4	☐	☐	☒ *	☐	☒
Matériaux.....	3, 4	☐	☐	☒	☒	☐
Génie civil (évent.).....		☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

* à choix avec Droit I, II, Gestion d'entreprise I, II

OBJECTIFS

Par une introduction à l'économie, à la sociologie et à l'écologie, l'objectif principal de cet enseignement consiste à familiariser l'étudiant à la problématique du développement durable : stratégie incontournable des sociétés contemporaines. L'ingénieur, tant par les études d'impact et d'aménagements régionaux que les exécutions d'ouvrages est confronté au développement durable. Le bassin lémanique servira de cadre à l'enseignement.

CONTENU

1. INTRODUCTION

2. ECONOMIE

a) Introduction
b) Les concepts de base : *La problématique économique*
c) Le système économique en tant que système fermé : *Circuits économiques, technologie et croissance*
d) Le système économique en tant que système ouvert : *Environnement naturel, changement technologique et politiques de l'environnement*
e) Villes, économie et environnement
f) Conclusion : *Vers un développement durable*

3. SOCIOLOGIE

a) La méthode sociologique
b) La structuration sociale et ses acteurs
c) Rôle du phénomène urbain dans la dynamique sociale
d) La métropole lémanique
e) Conclusion

4. ECOLOGIE

a) Equilibres naturels, macroécologie *(biosphère, milieu, écosystème, biotope et biocénoses, circulation de la matière et de l'énergie dans la biosphère, climats et biomes)*
b) Dynamique des populations et facteurs écologiques *(cacles biogéochimiques, caractères des populations, principaux types de coactions, facteurs écologiques dépendants ou non de la densité)*
c) Les changements globaux et locaux et développement durable *(imprtance de la diversité écologique, concept d'espèces indicatrices et sentinelles, écosystème urbain).*

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, débats, études de cas, visite de terrain.

DOCUMENTATION : Distribuée tout au lon de l'enseignement

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : -

Titre :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** PHYSIOLOGIE ET REPRESENTATION DU MODE EXTERIEUR
Enseignant :	Y. DE RIBAUPIERRE (coord.)
Heures totales : 28 / 28	*Par semaine : Cours* *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Histoire des sciences et des techniques

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.

Vision stéréoscopique.

Localisation de sources sonores.

Communications non verbales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séminaires.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	**SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)** HISTOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
Enseignant :	L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 28/28	*Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

* à choix avec Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

Rechercher dans l'histoire les racines de notre métier de physicien(ne) ou, plus généralement d'ingénieur(e) ou de chercheur, remonter aux sources des créativités scientifique et technique, voici les premiers objectifs de ce cours.

Il s'agit aussi de permettre aux étudiantes et étudiants de s'exprimer oralement et par écrit à propos de sujets plus "littéraires" que ceux qu'ils sont habituellement conduits à fréquenter. La maîtrise de la langue et des expressions orale et écrite constituent l'objectif appliqué de cet enseignement.

CONTENU

Cette année 1995-1996 portera entièrement sur une histoire de la lumière et des couleurs. Le lien sera établi entre les lumières de la mythologie, celles de la science et de l'art. Nous voyagerons entre lumières de l'occident et de l'orient. Nous confronterons notre rationnel de physicien(ne) qui observe méthodiquement la nature avec la sensualité de l'artiste.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec exposés des étudiant(e)s, expériences de cours et musiques

DOCUMENTATION: Résumé, bibliographie et documents fournis en partie par l'enseignant

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale
Préparation à l'autonomie

Titre :	MESURES DES DEFORMATIONS PAR INTERFEROMETRIE HOLOGRAPHIQUE ET METHODES APPARENTEES
Enseignant :	P. JACQUOT, Chargé de cours EPFL/DGC
Heures totales : 28	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit :

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE DES MATERIAUX I
Enseignant :	R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Introduction aux processus physiques (mécanismes microcopiques) 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 Scmid.
   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 Schockley. 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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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_{1C}, G_{1C}, 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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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. Jellium. Approximation adiabatique. Approximation de la densité locale.

Méthode de Wigner-Seitz et cohésion des solides.

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 : 56	*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

Fonction de réponse des solides : Fonctions diélectriques statiques et dynamiques. Relations de Kramers-Kronig. Exemples.

Résonances : Couplage d'un état discret avec un continuum. Forme de raie de Beutler-Fano. Autoionisation. Effets Auger.

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

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

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, Professeur titulaire EPFL/CIME & J.D. GANIERE, chargé de cours EPFL/DP
Heures totales : 56/56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	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, réflection, 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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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'Isling, Heisenberg, X-Y ...
- Théorie du champ moyen et théorie de Landau.
- Exposants critiques. Résultats expérimentaux.
- Lois d'échelle et groupe de renormalisation.

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

DOCUMENTATION :

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

Préalable requis : Physique statistique de 3e année
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE QUANTIQUE AVANCEE I
Enseignant :	H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP
Heures totales : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches 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 :	vacat						
Heures totales : 56	*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 Mendéléev.
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 : 56	*Par semaine* : *Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

Notions d'optique quantique
- Etats cohérents de l'oscillateur harmonique quantique.
- Etats cohérents du champ électromagnétique quantique.
- Rayonnements thermiques et chaotiques.

Emission et absorption de photons par un atome
- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Absorptions, émissions induites et spontanées de photons par un atome.
- Règles de sélection.

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. Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II. Théorie quantique des champs.

Titre :	OPTIQUE QUANTIQUE						
Enseignant :	P. SCHWENDIMANN, Privat-docent						
Heures totales : 56	*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

1. **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.
2. **Description quantique du champ de radiation**
   Opérateur densité pour le champ de radiation. Statistique du champ électromagnétique. Comptage des photons.
3. **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. "Antibuncing". Photons et cohérence.
4. **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.
5. **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 : 56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches 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.
- Interprétation des solutions de l'équation de Dirac libre.
- L'interprétation du vide et le positron.
- L'équation de Dirac pour un électron en présence d'un champ électromagnétique extérieur.
- L'atome d'hydrogène relativiste.

Processus d'interaction entre électrons et photons
- Symétries et lois de conservation. Invariance de jauge.
- 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.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

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 Ph. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

CONTENU

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

THEORIE SUCCINTE DE LA 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 en faisceau parallèle ou convergent, condition de Bragg, réseau réciproque et sphère d'Ewald. Contraste d'absorption, de diffraction, de phase. Application à l'observation de défauts et de microstructures. Images en haute résolution.

LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION : source d'électrons. Lentilles, aberrations et pouvoir de résolution. Enregistrement photographique et caméra CCD. Les divers modes d'observation.

LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE : principe, instrumentation. Images par émission d'électrons secondaires et rétrodiffusés. Contrastes topographique, chimique, cristallographique et de courant induit. Microscope à balayage-transmission.

MICROANALYSE PAR 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, spectromètre et détecteur, spectre, analyse qualitative/quantitative, structure fine.

On comparera les avantages et limitations de chaque méthode pour diverses applications à l'étude de matériaux métalliques, semiconducteurs, céramiques.

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 : Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins.

Préparation pour : Caractérisation des microstructures. Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.

Titre :	CARACTERISATION DES MICROSTRUCTURES
Enseignant :	J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, R. GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/DP Ph. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 1 *Exercices* *Pratique* 2

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Développer les principes exposés succintement dans le cours de Microscopie Electronique pour leur application à la caractérisation de microstructures. Les mettres en pratique en utilisant les microscopes électroniques du Centre Interdépartemental de Microscopie Electronique de l'Ecole.

CONTENU

- ***COURS***

- *La théorie cinématique de diffraction des électrons :* Cristal prafait, cristal réel. Applications à des contrastes simples : franges d'égale épaisseur, d'égale inclinaison, dislocations, précipités.
- *La théorie dynamique de diffraction des électrons :* Solution de l'équation de Schrödinger dans un potentiel périodique. Ondes de Bloch. Surface de dispersion. Absorption anormale. Cristal parfait - cristal réel. Applications aux contrastes de défauts plans, dislocations, petits agrégats de défauts.
- *Applications spécifiques :* méthodes d'observation en faisceaux faibles, en haute résolution (colonnes atomiques). Méthode de diffraction convergente.

- ***TRAVAUX PRATIQUES***

Au cours de séances de 4h00, les étudiants, en petits groupes, auront à résoudre des problèmes concrets :

- *avec le microscope électronique à balayage :* prise d'images avec divers modes de contraste, stéréoscopie, pratique de la microanalyse X à dispersion d'énergie.
- *avec le microscope électronique à transmission :* préparation de lames minces, diagrammes de diffraction, observations de microstructures, identification de vecteurs de Burgers de dislocations.
- utilisation de programmes de simulation d'images

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et travaux pratiques sur des problèmes concrets abordés dans l'Ecole

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide, structure électronique de l'atome, cristallographie, défauts cristallins. Microscopie électronique.

Préparation pour : Analyse des surfaces. Projets de semestre et diplômes.

Titre :	ANELASTICITE ET PLASTICITE DES MILIEUX SOLIDES ORDONNES
Enseignant :	G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Caractérisation des propriétés 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 : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Propriétés électroniques des semiconducteurs**
   - Structures cristallines et bandes d'énergie
   - Statistiques de distribution des porteurs à l'équilibre et hors équilibre
   - Transport électronique à faible et fort champ
   - Processus de génération et recombinaison.

2. **Théorie des jonctions et interfaces :**
   - Jonction p-n et métal-semiconducteur
   - Interfaces isolant - semiconducteur et hétérojonctions
   - Transistor bipolaire.

3. **Dispositifs à effet de champ :**
   - Transistor JFET, MESFET, MOSFET, HFET
   - Structures submicroniques

4. **Electronique quantique :**
   - Puits quantiques et superréseaux
   - Conduction dans un gaz bidimensionnel d'électrons
   - Propriétés sous fort champ magnétique, effet Hall quantique

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 : 42	*Par semaine* : *Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Présenter la physique de fonctionnement et les principales applications des semiconducteurs en optique et optoélectronique

CONTENU

1. **Matériaux semiconducteurs pour l'optoélectronique**
2. **Interactions lumière-matière dans les semiconducteurs**
   Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique complexe, constantes optiques.
3. **Photodétection**
   Photoconducteurs, photodiodes à jonction p-n, p-i-n, avalanche, photodiodes. Métal-Semiconducteur-Métal, détecteurs à couplage de charge. Photorécepteurs intégrés. Réponse spectrale, sensibilité, bruit.
4. **Electroluminescence**
   Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Applications à l'affichage et pour les communications à fibre.
5. **Diodes laser**
   Conditions d'émission stimulée, gain optique, caractéristiques spectrales, efficacité, modulation. Lasers Fabry-Pérot, lasers à rétroaction distribuée, lasers à émission verticale. Ingénierie de la structure des bandes, lasers à puits quantiques.
6. **Dispositifs d'optique intégrée planaire**
   Guides d'ondes, interféromètres, miroirs, réseaux de diffraction, modulateurs, multiplexeurs.

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 : 42 | *Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

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

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

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	GENIE MEDICAL II : TECHNIQUES BIOMEDICALES
Enseignant :	J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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; modèles de propagation de la lumière; applications médicales des lasers
- **Interaction ondes acoustiques - matière vivante :**
  Onde de pression dans un tissu biologique; absorption, diffusion, réflexions; champ ultrasonore; effet Doppler, applications médicales des ultrasons
- **Méthodes de mesure de paramètres physique :**
  Pression artérielle; débit sanguin; activité électrique et magnétique
- **Principes physiques de la radiologie RX :**
  Système radiograhique; tomographie computérisée
- **Principes physiques de l'imagerie par résonance magnétique :**
  Interactions entre moment magnétique et champ magnétique; relaxation du moment magnétique; construction d'une image; mesures de débit; applications cliniques
- **Principes physiques de l'échographie ultrasonore :**
  Echographie en mode A, TM, B et Duplex; résolution en amplitude des images ultrasonores (speckle)
- **Tomographie par émission de positrons :**
  Principes physiques; instrumentation; reconstruction d'une image fonctionnelle; applications médicales
- **Thermographie :**
  Principes physiques et applications médicales

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 : 42	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 1	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	7	☐	☐	X	X	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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 : Electrodynamique, 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 : 42	*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 : 42	*Par semaine : Cours* 2		*Exercices* 1		*Pratique*		
Destinataires et contrôle des études :						*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*		*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). Guides optiques Uni- et Bi-dimensionnels. Fibres optiques générales.

2. **Diffraction :**
   Zones de Fresnel. Diffusion. Réseaux. Principe de Bragg. Problèmes choisis (interféromètres, microscope, téléscope).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique II
Préparation pour :

Titre :	CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE II
Enseignant :	F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

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

4. **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, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique II
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE DES NEUTRONS
Enseignant :	R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Rappels de physique nucléaire**
   - Historique : Constitution du noyau et découverte du neutron - Réactions nucléaires et radioactivité - Sections efficaces - Différences entre fusion et fission.
2. **Fission nucléaire**
   - Caractéristiques - Combustible nucléaire - Premiers éléments de neutronique.
   - Matières fissiles et fertiles - Surrégénération - Applications.
3. **Diffusion des neutrons**
   - Neutrons monocinétiques : faisceaux collimatés et collisions multiples.
   - Théorie élémentaire de la diffusion et du ralentissement par chocs élastiques.
4. **Milieux multiplicateurs (réacteurs)**
   - Facteurs de 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 prompte et différée.
   - Applications pratiques - Cinétique spatiale.
6. **Divers**
   - Théorie du transport - Méthodes numériques.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés + ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Aspects physiques de la production d'énergie

Titre :	ASPECTS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION D'ENERGIE
Enseignant :	P.A. HALDI, Chargé de cours EPFL/DGC
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Ce cours s'adresse aux étudiants ingénieurs-physiciens que les questions énergétiques intéressent. Il se propose de donner une vue générale et globale des aspects physiques et technologiques de la production d'énergie (électrique essentiellement), en ayant situé le problème dans son contexte socio-économique. Une place particulière est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, l'accent est plus spécialement mis sur l'énergie nucléaire.

CONTENU

1. **L'énergie : bases physiques et thermodynamiques**
   Définitions, formes d'énergie et conversions / 1er et 2ème principes de la thermodynamique (bilan énergétique, efficacité; bilan exergétique, rendement) / Economie énergétique / Systèmes d'unités.

2. **Socio-économie de l'énergie**
   Energie et développement humain / Besoins fondamentaux en énergie / Besoins en énergie de différentes sociétés / Evolution historique de la consommation d'énergie / Situation actuelle / Evolution future de la demande en énergie.

3. **Systèmes de production**
   A. *Centrales nucléaires (fission)*
   Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Calculs de cellule et du coeur / Evolution du combustible / Contre-réactions de réactivité / Méthodes de contrôle / Thermohydraulique du coeur / Description des principales filières / Sécurité nucléaire / Gestion du combustible irradié / Systèmes avancés.

   B. *Autres systèmes énergétiques*
   Filières de production d'électricité utilisant des combustibles fossiles / Installations brûlant des déchets urbains ou du biogaz / Aménagements hydro-électriques / Installations solaires / Aérogénérateurs (éoliennes) / Installations utilisant l'énergie géothermique / Réacteurs de fusion.

4. **Impacts de la production/distribution d'énergie**
   Critères techniques / Critères économiques / Impacts sur l'environnement (caractérisation de l'environnement naturel; perturbations anthropiques : effluents chimiques, effluents radioactifs, gaz à effet de serre et conséquence climatiques, modèles de calcul) / Risques sanitaires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié + références bibliographiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique des neutrons
Préparation pour :

Titre :	SIMULATION NUMERIQUE DE SYSTEMES PHYSIQUES I
Enseignant :	A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Application logistique et chaos déterministe
- Variables aléatoires, méthodes de Monte Carlo, algorithme de Metropolis
- Modèle "diffusion-limited aggregation" et dimension fractale
- Minimisation de fonctions multivariables
- Méthode variationnelle de Monte Carlo et application aux systèmes quantiques simples
- Exemples d'expérimentation numérique en mécanique statistique

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 :	SIMULATION NUMERIQUE DE SYSTEMES PHYSIQUES II
Enseignant :	A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Equations différentielles ordinaires, méthode de Numerov
- Problèmes aux valeurs propres, méthodes itératives
- Solutions autocohérentes pour les atomes isolés
- Solutions autocohérentes pour les solides
- Dynamique moléculaire classique
- Méthode Car-Parrinello et applications

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique quantique, Physique des matériaux solides et Cours de programmation

Préparation pour :

Titre :	CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIERE CONDENSEE I					
Enseignant :	vacat EPFL/DP					
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*					
Destinataires et contrôle des études :					*Branches*	
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*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 : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches 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 : 42 / 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

Cosmologie :
Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de géométrie riemannienne et de relativité générale.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique

Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS
Enseignant :	K. KERN, Professeur EPFL/DP, W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL, R. MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

L'intention de ce cours est de donner une idée large des phénomènes ayant lieu à la surface et aux interfaces de systèmes matériels. Les techniques expérimentales les plus modernes utilisées dans ce domaine sont aussi introduites.

CONTENU

1. Introduction

2. Méthodes expérimentales
- vide et ultra haut vide
- spectroscopie électronique
- spectroscopie vibrationnelle
- diffraction
- microscopie

3. Structure géométrique et dynamique des atomes

4. Propriétés électroniques

5. Adsorption et réactions chimiques

6. Croissance épitaxiale

7. Nanostructuration

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec visites de laboratoires

DOCUMENTATION : A. Zangwill : Physics at surfaces; M. Prutton : Surface Physics
G. Somerjai : Chemistry in two dimensions

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide
Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS
Enseignant :	W. HARBICH, Chargé de cours EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Le but de cours est d'introduire les concepts de base, les méthodes expérimentales et quelques applications de la physique et chimie-physique des agrégats. Il s'agit en particulier de comprendre l'évolution des propriétés de la matière lorsqu'on passe des atomes au solide massif, et de décrire quelques propriétés nouvelles associées aux agrégats (par ex. découverte des C_{60} et des fullerènes).

CONTENU

Le contenu de ce cours devrait permettre de répondre aux questions et d'aborder les sujets suivants :

- Comment fait-on des agrégats de taille comprise entre quelques atomes et quelques centaines d'atomes ?

- Comment peut-on mesurer leur taille et les trier en masse ?

- Combien d'atomes faut-il pour que les propriétés d'un agrégat s'approchent de celles d'un métal ?
  On développera en particulier le modèle en couche et décrira les propriétés optiques, magnétiques, etc.

- Que sait-on de la structure géométrique des agrégats ?
  On décrira en particulier le comportement différent des agrégats à liaison de type van der Waals et métalliques

- Le C_{60}, les fullerènes, les nanotubes et leurs propriétés.

- Que se passe-t-il lorsqu'on dépose les agrégats sur une surface ?
  Méthodes expérimentales (par ex. STM). Problème de "softlanding".
  Que sait-on des interactions agrégat-surface ?

- Peut-on attendre des propriétés nouvelles des matériaux formés à partir d'agrégats ?

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et séminaires présentés par les étudiants dans le cadre des exercices

DOCUMENTATION : H. Haberland, "Clusters of atoms and molecules I et II", Springer

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : SCIENCES DU VIVANT						
Enseignant : vacat						
Heures totales : 42/42	*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

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre :	PHENOMENES NON LINEAIRES ET CHAOS
Enseignant :	H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. **Exemples de systèmes non-linéaires en :**
   Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.

2. **Equations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Cycles limites et leur stabilité.**

3. **Bifurcations (sous-harmonique, de Hopf, ...)**

4. **Vers le chaos :**
   a) Route sous-harmonique
   b) Route quasi-périodique
   c) Intermittence

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :	Cours et exercices
DOCUMENTATION :	Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS	Mécanique, dynamique des fluides
Préalable requis :	Mathématiques du 1er cycle. Mécanique
Préparation pour :	Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdiscipilinaire

Titre :	PHENOMENES NON LINEAIRES ET CHAOS
Enseignant :	H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Caractériser les systèmes chaotiques, les objets fractaux et les systèmes complexes.

CONTENU

1. **Diagnostics de chaos**
   Spectre de puissance, fonctions de corrélations, exposants de Liapunov
2. **Attracteurs étranges**
   Géométrie des ensembles fractaux. Multifractales. Approches expérimentales. Analyse des signaux.
3. **Théorie ergodique**
   Mesure invariante. Entropie.
4. **Chaos quantique**
5. **Complexité**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :	Cours et exercie
DOCUMENTATION :	Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS	Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique
Préalable requis :	Le cours du 7e semestre
Préparation pour :	Travail interdisciplinaire

Titre :	PHYSIQUE THEORIQUE AVANCEE I						
Enseignant :	P. ERDOES, Professeur UNIL						
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 1	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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. Théorie cinétique des gaz. Coefficients cinétiques à basses et hautes températures. La seconde quantification. Gaz électronique dégénéré. Supraconductibilité. Théorie de transport, équation de Boltzmann. Mouvement Brownien. Éléments de la hydrodynamique. Equation de Navier-Stokes. 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 quantique I et II; Physique statistique I et II.

Préparation pour :

Titre :	PHYSIQUE THEORIQUE AVANCEE II						
Enseignant :	P. ERDOES, Professeur UNIL						
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 1	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

Solides désordonnés : alliages et structures amorphes. Théorie de Bragg - Williams et l'approximation du potentiel cohérent. Percolation. Phonons en présence d'impuretés. Théorie du magnétisme. Ondes 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 avancée I.

Préparation pour :

Titre :	ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE III, IV
Enseignant :	B. HAUCK, Professeur UNIL
Heures totales : 56/56	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 2 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

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

Notre galaxie, les galaxies, l'échelle des distances cosmiques, les structures à grande échelle dans l'univers, la matière sombre, modèles d'univers et observations, histoire thermique de l'univers

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 :	C. JOSEPH, A. BAY, Professeurs UNIL
Heures totales : 42/42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	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.
Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.
Moments cinétiques et rotations, Spin 1/2. Théorème de Wigner-Eckart.
Le système de deux nucléons, états de diffusion et état lié, le Deuton, la force tensorielle.
Système de A nucléons. Modèles de structure : modèle en couches et modèle collectif.
Le modèle de Nilson.

Modèle des réactions. La Polirsation. La Capture pionique. Résonances et Noyau composé.
Le Modèle optique, les Réactions directes.
Le Plasma de Quarks et de Gluons. Implication en Astrophysique et Cosmologie.
Production par collision d'ions : Signatures du plasma.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique Nucléaire et Corpusculaire I et II
Physique Quantique I et II

Préparation pour :

Titre :	PARTICULES ELEMENTAIRES I, II
Enseignant :	A. BAY, Professeur UNIL
Heures totales : 42/42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

Introduction :
Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification.

Rappels :
Détecteurs, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique.
Particules, astrophysique et cosmologie.
Relativité restreinte, équations de Klein-Gordon et de Dirac.

Propriétés des particules :
Masse, charge, temps de vie, spin, moment magnétique ....

Symétries et lois de conservation :
Invariance par translation et rotation, parité, conjugaison de charge, inversion temporelle, violation de P et de CP, théorème CPT, l'isospin.
Introduction à l'électrodynamique quantique, les règles de Feynman, les facteurs de forme.

Partons et quarks :
Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron, jets et cordes.

L'interaction faible :
La théorie de Fermi, théorie V-A, désintégration du pion et du muon, la théorie de Cabibbo, les bosons W et Z et leur observation aux collisionneurs.

Modèle des quarks et QCD :
SU(3) saveur, structure des mesons et des baryons, SU(N) saveur, quarkonium : J/Psi et Upsilon, la couleur.

Théorie de jauge et le Modèle Standard :
Invariance de jauge globale et locale, théorie de Yang et Mills, la brisure spontanée de symétrie, la théorie Electro-Faible : SU(2)xU(1), le Higgs, les GUTs, la grande unification.

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

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II
Physique quantique I et II

Préparation pour : Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation.
Introduction au cours de 3ème cycle

Titre :	ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX
Enseignant :	J.P. PERROUD, Maître d'enseignement et de recherche UNIL
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Plus de 60 ans après la réalisation du premier accélérateur électrostatique de 700 KV en 1932, il existe dans le monde un grand nombre d'accélérateurs de types très variés. Ils sont utilisés pour la recherche fondamentale en physique des particules et en physique nucléaire, mais trouvent également des applications en physique du solide, en médecine, ainsi que des applications purement industrielles. Durant cette période, les développements technologiques furent considérables, tant en ce qui concerne le guidage des faisceaux que le contrôle de la stabilité. Dans les accélérateurs circulaires et surtout les anneaux de collision, les particules peuvent parcourir des trajectoires allant jusqu'à plusieurs milliards de km de longueur, dont les positions sont définies à quelques dixièmes de mm près. Le cours peut être considéré comme une introduction à ce vaste domaine.

CONTENU

- Survol historique et description des différents types d'accélérateurs, allant de l'accélérateur électrostatique de quelques MeV aux collisionneurs de plusieurs centaines de GeV.
- Introduction aux guides d'ondes et cavités.
- Accélérateurs à tension continue.
- Accélérateurs linéaires et le problème de la stabilité longitudinale ou de phase.
- Accélérateurs circulaires. Le problème de la stabilité transversale, les focalisations faible et forte. Le transport de faisceaux. Le calcul de l'enveloppe des trajectoires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Notions de relativité restreinte et d'électrodynamique

Préparation pour :

Titre :	DETECTION DE PARTICULES IONISANTES						
Enseignant :	J.F. LOUDE, Professeur UNIL						
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2	*Exercices* 1	*Pratique*				
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	*Semestre*	*Oblig.*	*Facult.*	*Option*	*Branches Théoriques*	*Branches Pratiques*	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Faculté (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 Tchérenkov. Mesures de la position d'impact d'une particule, d'un instant de détection et d'une énergie déposée au moyen de détecteurs impulsionnels électroniques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :	CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE I : Application de la théorie des groupes à la physique du solide
Enseignant :	P. ERDOES, Professeur UNIL
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

Apprendre l'utilisation de certaines techniques mathématiques courantes dans l'étude de la matière condensée et d'autres branches de la physique

CONTENU

Rappel des éléments de la théorie des groupes. Les groupes les plus importants pour la physique du solide. Représentation des groupes. Niveaux d'énergie des ions dans le champ cristallin. Règles de sélection. Structure des bandes électroniques. Zones de Brillouin. Vibrations moléculaires et vibrations du réseau cristallin. Effet Jahn-Teller. Observables tensorielles dans les cristaux : constantes diélectriques, élasticité. Symétrie par rapport à la permutation de particules.

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

DOCUMENTATION : Liste de références sera distribuée

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Les cours obligatoires

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE THEORIQUE II						
Enseignant : P. ERDOES, Professeur UNIL						
Heures totales : 42	*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

Apprendre l'utilisation de certaines techniques mathématiques courantes dans l'étude de la matière condensée et d'autres branches de la physique

CONTENU

Séries de formules asymptotiques. Méthode du col et de Darwin et Fowler avec applications en mécanique statistique. Transformations intégrales et leurs applications. Applications conformes et théorie du potentiel en deux dimensions. Systèmes orthogonaux de fonctions. Equations intégrales. Méthode de Wiener et Hopf. Equations différentielles stochastiques. Méthodes de Fokker - Planck, Langevin et Van Kampen.

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

DOCUMENTATION : Liste de références sera distribuée.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Les cours obligatoires.

Préparation pour :

Titre : THEORIE QUANTIQUE DES COLLISIONS	
Enseignant : vacat	
Heures totales : 42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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 :	C. LUCCHESI, Chef de travaux UNI-NE/J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL
Heures totales : 42/42	*Par semaine : Cours* 2 *Exercices* 1 *Pratique*

Destinataires et contrôle des études :

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

OBJECTIFS

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 perturbatifs 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.