



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

SECTION DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

2003 - 2004

EPFL – SECTION DE PHYSIQUE

CONTACTS

Pour de plus amples informations vous pouvez contacter :

Secrétariat de la section

*Mme Suzanne Claudet
Section de physique
Bât. PH
1015 Lausanne
Tél. 021 693 33 00
Fax 021 693 44 44
suzanne.claudet@epfl.ch*

Directeur de la section de physique

*Prof. Jean-Jacques Meister
Section de physique
jean-jacques.meistre@epfl.ch*

Conseiller d'études 1^{ère} année

*MER Laurent Villard
laurent.villard@epfl.ch*

Conseiller d'études 2^{ème} année

*Prof. Rakesh Chawla
rakesh.chawla@epfl.ch*

Conseiller d'études 3^{ème} année

*Prof. Minh Quang Tran
minhquang.tran@epfl.ch*

Conseiller d'études 4^{ème} année

*Prof. Harald Brune
harald.brune@epfl.ch*

Diplômants

*Prof. Alfonso Baldereschi
alfonso.baldereschi@epfl.ch*

Coordinateur STS

*Prof. Jean-Philippe Ansermet
jean-philippe.Ansermet@epfl.ch*

Délégué à la mobilité

*Prof. René Monot
rene.monot@epfl.ch*

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	Page(s)
Liste des cours de la section de physique	4
Liste alphabétique des enseignants	13
Descriptions des enseignements de la section de physique :	
◆ 1 ^{er} Cycle	18
◆ 2 ^{ème} Cycle	46
◆ Catalogue des cours « autres facultés »	120

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
-----------------------	----------------------	--------------------	----------------

Cours de 2^{ème} Cycle

3^{ème} année

Physique :

Physique quantique II	Gruber	5e	46
Physique du solide I, II	Brune, Félix	5e 6e	47, 48
Physique statistique I	Martin Ph.A.	5e	49
Electrodynamique classique	Chapochnikov	6e	50
Physique nucléaire et corpusculaire I	Schneider O.	5e	51

Options Faculté des sciences de base (SPH, SMA, SCGC) :

Options SPH

Physique mathématique	Kunz	6e	52
Méthodes mathématiques de la physique	Pfister	5e	53
Physique statistique II	Martin Ph.A.	6e	54
Physique nucléaire et corpusculaire II	Schneider O.	6e	55
Astrophysique : Matière et rayonnement	North	6e	56
Atomes et rayonnement	Bressler	6e	57
Biophysique I	Meister/Bény	5e	58
Biophysique II	Grubmüller	6e	59
Hydrodynamique	Deville	6e	60
Optique I	Deveaud-Plédran	6e	61
Physique des neutrons	Chawla	6e	62
Physique des plasmas I	Alberti	6e	63

Options SMA

Selon catalogue des cours de 2^{ème} cycle SMA

Options SCGC

Selon catalogue des cours de 2^{ème} cycle SCGC

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
-----------------------	----------------------	--------------------	----------------

Options autres facultés :

Selon catalogue annuel établi par la Section de Physique			10
--	--	--	----

Branches pratiques :

Travaux pratiques de physique avancés	Sanjinés	5e, 6e	64
Expérimentation numérique II	Baldereschi/ Posternak	5e	65
Introduction aux techniques de construction	Sanjines/ Schmid/Ichino	5e	66

Enseignement Science-Technique-Société (STS) : [1 cours à choisir parmi les options proposées]

Cours STS

Management de projets MBO	Mlynek	5e	67
Marketing	Smadja	5e	68
Histoire mathématiques I, II	Sesiano	5e, 6e	69, 70
Histoire de l'architecture	Corthésy/Luthi	6e	71
Communication prof. A I, II	Gaxer	5e 6e	72, 73
Création d'entreprise et innovation	Micol	6e	74
Options STS de base : selon programme de l'Ecole avec l'accord du conseiller d'études	Divers enseignants		

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Physique des plasmas II, III	Fasoli, Lister	7e, 8e	104, 105
Physique des surfaces, interfaces + Clusters	Monot/ Schneider W.D.	7e	106
	Kern/Harbich	8e	107
Physique des systèmes énergétiques I, II	Favrat/Chawla Chawla/Haldi	7e 8e	108 109
Physique du solide avancée I, II	Mila	7e, 8e	110, 111
Physique statistique avancée I	De Los Rios	7e,	112
Physique statistique avancée II	Savona	8e	113
Réactions nucléaires et collisions d'ions relativistes	Bay/Morel	8e	114
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	115
Réseaux de neurones et modélisation biologique	Gerstner	8e	1116
Simulation numérique de systèmes physiques I, II	Pasquarello	7e, 8e	117, 118

Options Faculté des sciences de base (SPH, SMA, SCGC)

Selon catalogue des cours 2^{ème} cycle de SPH, SMA, SCGC

Options autres facultés

Selon catalogue annuel établi par la Section de Physique

Catalogue des cours de 2^{ème} Cycle

Options autres Facultés

L'étudiant s'informerá des pré-requis exigés pour chaque cours

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Instabilité et turbulence	Leriche	SGM	6e ou 8e	120
Mécanique des fluides compressibles	Drotz	SGM	6e ou 8e	121
Mécanique des solides	Curnier	SGM	6e	122
Transfert de chaleur et de masse	Thome	SGM	6e	123
Aéro- et hydrodynamique	Papas	SGM	7e	124
Ecoulements biphasiques et transfert de chaleur	Thome	SGM	7e	125
Mécanique des fluides non newtoniens	Owens	SGM	7e	126
Modélisation et optimisation de systèmes énergétiques	Maréchal	SGM	8e	127
Viscoélasticité et élastoplasticité	Curnier/Jirasek	SGM	8e	128
Automatique I, II + TP	Longchamp + Gillet	SMT	5e, 6e	129, 130, 131
Cellules solaires et « macro-électronique »	Shah	SMT	7e	132
Conception de systèmes optiques I	Lasser	SMT	7e	133
Conception de systèmes optiques II	Lasser/Jacquot/Depeursinge	SMT	8e	134
Microélectronique II	Popovic	SMT	7e	135
Optoélectronique	Fiore	SMT	7e	136
Robots mobiles	Siegwart	SMT	7e	137

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Robotique/Microrobotique I	Bleuler/Clavel/ Bouri	SMT	*7e	138
Robotique/Microrobotique II	Clavel/Breguet/ Baur	SMT	*8e	138
* Attention : c'est un cours annuel ; ne peut pas être séparé.				
Pré-requis demandé				
Filtres et filtrage numérique	Vandergheynst	SEL	hiver	139
Hyperfréquences	Skrivervik	SEL	hiver	140
Introduction au traitement des signaux	Thiran J.P.	SEL	hiver	141
Rayonnement et antennes	Mosig	SEL	hiver	142
Traitement des signaux multidimensionnels	Kunt	SEL	hiver	143
Polymères, composites	Manson	SMX	5e	144
Transformation de phase	Rappaz M.	SMX	6e	145
Analyse et modélisation des résultats expérimentaux	Stadelmann	SMX	8e	146
Analyse de la structure des polymères	Nguyen Q.T.	SMX	7e	147
Propriétés diélectriques et optique des matériaux	Damjanovic	SMX	8e	148
Transformation de phase, chapitres choisis	Blank	SMX	8e	149
Infographie	Thalmann	SSC	6e ou 8e	150
Modèles stochastiques pour les communications	Thiran P.	SSC	5e	151
Principles of digital communications	Urbanke	SSC	6e	152
Advanced digital communications	Diggavi	SSC	7e	153

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Section</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Algèbre pour communications numériques	Bayer Fluckiger	SSC	8e	154
Cryptographie et sécurité	Vaudenay	SSC	8e	155
Information theory and coding	Telatar	SSC	7e	156
Génie logiciel	Strohmeier	SIN	hiver	157
Intelligence artificielle	Faltings	SIN	été	158
Théorie de l'information	Faltings/ Chappelier	SIN	hiver	159
Métrologie et localisation par satellites I, II	Dupraz Merminod	SIE SIE	5e 6e	160 161
Photochimie atmosphérique	Van den Bergh	SIE	6e	162

L'étudiant s'informerá des pré-requis exigés pour chaque cours

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Alberti Stefano	Physique des plasmas I	63
Ansermet Jean-Philippe	Physique I, II	28, 29
Baldereschi Alfonso	Expérimentation numérique I, II	35, 65
Baluc Nadine	Physique des matériaux II	103
Baur Charles	Robotique/Microrobotique II	138
Bay Aurelio	Introduction à la physique des astroparticules	89
	Particules élémentaires I, II	98
	Réactions nucléaires et collisions d'ions relativistes	114
Bayer Fluckiger Eva	Algèbre pour communications numériques	154
Bény Jean-Louis	Biophysique I	58
Blank	Transformation de phase, chapitres choisis	149
Bleuler Hannes	Robotique/Microrobotique I	138
Bonard Jean-Marc	Méthodes expérimentales en physique I, II	93
Bouri Mohamed	Robotique/Microrobotique I	138
Breguet Jean-Marc	Robotique/Microrobotique II	138
Bressler Christian	Atomes et rayonnement	57
Brune Harald	Physique du solide I	47
Buffat Philippe	Méthodes expérimentales en physique I, II	93
Burman Erik	Analyse numérique	24
Chapochnikov Mikhail E.	Electrodynamique classique	50
	Champs quantiques relativistes	81
	Mécanique quantique avancée I	91
Chappelier Jean-Cédric	Informatique I, II	39, 40
	Théorie de l'information	159
Chapuis Gervais	Structure de la matière condensée	43
Chawla Rakesh	Physique des neutrons	62
	Physique des systèmes énergétiques I, II	108, 109
Chergui Majed	Des petites molécules aux biomacromolécules I	83
Clavel Reymond	Robotique/Microrobotique I,II	138
Corthésy Bruno	Histoire de l'architecture	71

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Curnier Alain	Mécanique des solides	122
	Viscoélasticité et élastoplasticité	128
Damjanovic Dragan	Propriétés diélectriques et optique des matériaux	148
De Los Rios Paolo	Biophysique théorique I, II	79, 80
	Physique statistique avancée I	112
Debernardi Yves	Astronomie et Astrophysique III, IV	76, 77
Décurnex André	Initiation à l'électronique	45
Depeursinge Christian	Conception de systèmes optiques II	134
Deveaud-Plédran Benoît	Optique I	61
Deville Michel	Hydrodynamique	60
Dietler Giovanni	Ch. choisis de physique de la matière vivante	82
	Des petites molécules aux bio-macromolécules II	84
Diggavi Suhas	Advanced digital communications	153
Drotz Alain	Mécanique des fluides compressibles	121
Dupertuis Marc-André	Optique quantique	97
Dupraz Hubert	Métrologie et localisation par satellites I	160
Faltings Boi	Intelligence artificielle	158
	Théorie de l'information	159
Fasoli Ambrogio	Physique des plasmas II	104
Favrat Daniel	Physique des systèmes énergétiques I	108
Félix Christian	Physique du solide II	48
Fiore Andrea	Optoélectronique	136
Friedli Claude	Chimie générale (pour ingénieurs)	36
	Chimie TP (pour physiciens)	37
Ganière Jean-Daniel	Méthodes expérimentales en physique I, II	93
Gaxer Walter	Communication professionnelle AI, AII	72, 73
Gerstner Wulfram	Réseaux de neurones et modélisation biologique	116
Gillet Denis	TP d'Automatique	131
Gremaud Gérard	Physique TPD I, II	33
	Introduction à la métrologie	44

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Gruber Christian	Physique quantique I, II	34, 46
	Relativité et cosmologie I, II	115
Grubmüller	Biophysique II	59
Haldi Pierre-André	Physique des systèmes énergétiques II	109
Harbich Wolfgang	Physique des surfaces, interfaces + clusters	107
Ichino Alessandro	Introduction aux techniques de construction	66
Ilegems Marc	Dispositifs électroniques à semiconducteurs I, II	86, 87
Jacquot	Conception de systèmes optiques II	134
Jirasek Milan	Viscoélasticité et élastoplasticité	128
Kapon Eli	Optique II, III	95, 96
Kern Klaus	Physique des surfaces, interfaces + clusters	107
Kunt Murat	Traitement des signaux multi- dimensionnels	143
Kunz Hervé	Physique mathématique	52
	Phénomènes non linéaires et chaos I, II	99, 100
Lasser Theo	Conception de systèmes optiques I	133
	Conception de systèmes optiques II	134
Leriche Emmanuel	Instabilité et turbulence	120
Lister Jonathan	Physique des plasmas III	105
Longchamp Roland	Automatique I, II	129, 130
Luthi Dave	Histoire de l'architecture	71
Maeder André	Astronomie et Astrophysique V, VI	78
Manson Jan-Anders	Polymères, composites	144
Maréchal François	Modélisation et optimisation de systèmes énergétiques	127
Martin Philippe A.	Physique statistique I, II	49, 54
Meister Jean-Jacques	Physique III, IV	30, 31
	Biophysique I	58
Mermilliod Jean-Claude	Astrophysique : objets célestes	41
Merminod Bertrand	Météorologie et localisation par satellites II	161

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Micol Jean	Création d'entreprise et innovation	74
Mila Frédéric	Mécanique analytique	32
	Mécanique quantique avancée II	92
	Physique du solide avancée I, II	110, 111
Mlynek Daniel	Management de projets MBO	67
Monot René	Physique des surfaces, interfaces	106
Mosig Juan Ramon	Rayonnement et antennes	142
Morel Christian	Réactions nucléaires et collisions d'ions relativistes	114
Nguyen Quoc Tuan	Analyse de la structure des polymères	147
North Pierre	Astrophysique : Matière et rayonnement	56
Owens Robert G.	Mécanique des fluides non newtoniens	126
Papas Paul	Aéro- et hydrodynamique	124
Pasquarello Alfredo	Simulation numérique de systèmes physiques I, II	117, 118
Pfister Charles-Ed.	Probabilité et statistique	27
	Méthodes mathématiques de la physique	53
Popovic Radivoje	Microélectronique II	135
Posternak Michel	Expérimentation numérique I, II	35, 65
Rappaz Michel	Transformation de phase	145
Ratiu Tudor	Analyse I, II	18, 19
Reuse François	Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	88
	Electrodynamique classique	90
Sanjinés Rosendo	Travaux pratiques de physique avancés	64
	Introduction aux techniques de construction	66
Savona Vincenzo	Physique statistique avancée II	113
Schaller Robert	Introduction à la métrologie	44
	Physique des matériaux I, II	102, 103
Schietinger Thomas	Détecteur des particules ionisantes	85
Schmid Pierre	Introduction aux techniques de construction	66

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Page(s)</i>
Schneider Olivier	Physique nucléaire et corpusculaire I, II	51, 55
	Modèles nucléaires	94
Schneider Wolf-Dieter	Physique des surfaces, interfaces	106
Semmler Klaus-Dieter	Analysis I, II (en allemand)	20, 21
Sesiano Jacques	Histoire des mathématiques I, II	69, 70
Shah Arvind	Cellules solaires et « macro- électronique »	132
Siegwart Roland	Robots mobiles	137
Skrivervik Anja	Hyperfréquences	140
Smadja Alain	Marketing	68
Stadelmann Pierre	Physique de la diffraction et formation des images en microscopie	101
	Analyse et modélisation des résultats expérimentaux	146
Strohmeier Alfred	Génie logiciel	157
Stuart Charles-A.	Analyse III, IV	25, 26
Telatar Emre	Information theory and coding	156
Thalman Daniel	Infographie	150
Thévenaz Jacques	Algèbre linéaire I, II	22, 23
Thiran Jean-Philippe	Introduction au traitement des signaux	141
Thiran Patrick	Modèles stochastiques pour les communications	151
Thome John R.	Transfert de chaleur et de masse	123
	Ecoulements biphases et transfert de chaleur	125
Tiniakov Petr	Introduction à la physique des astroparticules	89
Urbanke Ruediger	Principles of digital communications	152
Van den Bergh Hubert	Photochimie atmosphérique	162
Vandergheynst Pierre	Filtres et filtrage numérique	139
Vaudenay Serge	Cryptographie et sécurité	155
Vogel Horst	Chimie biologique	38
Wagen Jean-Frédéric	Initiation aux sciences des communications	42
Wrulich Albin F.	Accélération de particules et faisceaux I, II	75

<i>Titre :</i> ANALYSE I					
<i>Enseignant:</i> Tudor RATIU, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
MATHÉMATIQUES	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
ACTUAIRES, HEC, UNIL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

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.

<p>FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle.</p> <p>BIBLIOGRAPHIE: Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1994 et 1993.</p> <p>LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:</p> <p><i>Préalable requis:</i></p> <p><i>Préparation pour:</i></p>	<p>FORME DU CONTROLE:</p> <p>1. Exercices à rendre</p> <p>2. Un travail écrit</p>
---	--

<i>Titre :</i> ANALYSE II					
<i>Enseignant:</i> Tudor RATIU, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
MATHÉMATIQUES	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
ACTUAIRES, HEC, UNIL	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

Éléments d'équations différentielles ordinaires.

- Équations différentielles de premier ordre
- Équations différentielles de deuxième ordre à coefficients constants.

Calcul différentiel et intégral des fonctions de plusieurs variables.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices en salle.	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1998 et 1997	1. Exercices à rendre 2. 2 travaux écrits
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I, Algèbre linéaire I.	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> ANALYSIS I IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE I EN ALLEMAND					
<i>Enseignant:</i> Klaus-Dieter SEMMLER, Chargé de cours EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MA, INF. SV.	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
GC*, SIE*, GM.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4 (*2)
EL, MT, MX, SC	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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

- Reelle Zahlen
- Folgen und Reihen
- Funktionen, Grenzwerte und Stetigkeit
- Komplexe Zahlen
- Differentialrechnung von \mathbb{R} nach \mathbb{R}
- Integration, Stammfunktionen
- Verallgemeinerte Integrale
- Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours, exercices en groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f).	Vorlesung mit Uebungen in Gruppen. Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript) Sera communiquée au cours (Polycopié)		Abzugebende Uebungen Exercices à rendre
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Basisvorlesung/Cours de base	Schriftliches Examen Examen écrit avec Analysis II
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>	Analysis II / Analyse II	

<i>Titre :</i> ANALYSIS II IN DEUTSCHER SPRACHE / ANALYSE II EN ALLEMAND					
<i>Enseignant:</i> Klaus-Dieter SEMMLER, Chargé de cours EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 112
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MA, INF*, SV*.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
GC*, SIE*, GM*.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 4 (*2)
EL*, MT*, MX*, SC*.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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

- Differentialrechnung von Funktionen von \mathbb{R}^n nach \mathbb{R}^m
- Grenzwerte und Stetigkeit, Extrema
- Gradient, Richtungsableitung, Kritische Punkte
- Differentialformen, Integrierende Faktoren, Kurvenintegrale
- Integration über Gebiete im \mathbb{R}^n
- Die Green-Stokes Formel

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours, exercices en groupes. Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue /d/f).	Vorlesung mit Uebungen in Gruppen. Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Wird in der Vorlesung bekanntgegeben (Skript) Sera communiquée au cours (Polycopié)		Abzugebende Uebungen Exercices à rendre
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Basisvorlesung/Cours de base	Schriftliches Examen Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>		

<i>Titre :</i> ALGÈBRE LINÉAIRE I					
<i>Enseignant:</i> Jacques THÉVENAZ, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

CONTENU

- **Notions d'algèbre :**
Groupes, anneaux, corps, nombres complexes, polynômes, permutations.
- **Espaces vectoriels :**
Indépendance linéaire, bases, dimension, sous-espaces, sommes directes.
- **Applications linéaires :**
Noyaux, images, rang, matrices, déterminants.
- **Systèmes d'équations linéaires :**
Opérations élémentaires, équivalence des matrices, matrices échelonnées.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra et exercices en salle	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE:		Examen écrit et oral dans le cadre du 1er propédeutique
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		
<i>Préalable requis:</i>		
<i>Préparation pour:</i>	Algèbre linéaire II	

<i>Titre :</i> ALGÈBRE LINÉAIRE II					
<i>Enseignant:</i> Jacques THÉVENAZ, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
MATHÉMATIQUES	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif du cours est d'introduire les notions de base de l'algèbre linéaire et de démontrer rigoureusement les résultats principaux de ce sujet.

CONTENU– **Transformations linéaires :**

Similitude des matrices, polynôme caractéristique, polynôme minimal, valeurs propres, vecteurs propres, triangularisation, diagonalisation, décompositions invariantes, formes de Jordan.

– **Formes bilinéaires et sesquilinéaires :**

Formes linéaires, espace dual, formes bilinéaires, matrices symétriques, matrices hermitiennes, congruence des matrices, orthogonalisation, théorème de Sylvester.

– **Produits scalaires :**

Orthonormalisation, matrices orthogonales, matrices unitaires, théorème spectral.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra et exercices en salle	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:		Examen écrit et oral dans le cadre du 1er propédeutique	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	Algèbre linéaire I		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre :</i> ANALYSE NUMÉRIQUE					
<i>Enseignant:</i> Erik BURMAN, Chargé de cours EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
GÉNIE CIVIL	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
SIE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Stabilité, conditionnement et convergence de problèmes numériques.
- Approximation polynomiales par interpolation et moindres carrés.
- Intégration numérique.
- Méthodes directes pour la résolution de systèmes linéaires.
- Méthodes itératives pour systèmes d'équations linéaires et non linéaires.
- Equations différentielles ordinaires.
- Problèmes aux limites monodimensionnels traités par différences finies et éléments finis.
- Introduction à l'utilisation du logiciel MATLAB.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle et sur ordinateurs BIBLIOGRAPHIE: A. Quarteroni et F. Saleri, « Scientific Computing with MATLAB », Springer-Verlag Berlin, 2003 A. Quarteroni, R. Sacco et F. Saleri, « Méthodes Numériques pour le Calcul Scientifique », JSpringer-Verlag France, Paris 2000 LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> Analyse. Algèbre linéaire. Programmation <i>Préparation pour:</i>	FORME DU CONTROLE : Examen écrit au Propédeutique I
--	---

<i>Titre :</i> ANALYSE III					
<i>Enseignant:</i> Charles STUART, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- Éléments d'analyse vectorielle :
 - intégrales curvilignes
 - intégrales de surface
 - théorèmes de Green, Gauss et Stoke.
- Éléments d'analyse complexe :
 - fonctions holomorphes
 - théorème de Cauchy et ses applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en salle.	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	S.D. Chatterji, Cours d'Analyse vols. 1, 2, 3 PPUR	Examen écrit Propédeutique II	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	Analyse I et II.		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre :</i> ANALYSE IV					
<i>Enseignant:</i> Charles STUART, Professeur EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- Transformée de Laurent, singularités et résidus
- Transformée de Laplace
- Transformée de Fourier
- Problèmes aux limites
- Série de Fourier.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle.	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Cours d'Analyse vol. 3, PPUR	Examen écrit Propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II.	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> PROBABILITÉ ET STATISTIQUE					
<i>Enseignant:</i> Charles-Ed. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

La théorie des probabilités joue un rôle important en physique. Le but du cours est d'initier les étudiants aux concepts de base, exposés dans des situations simples, mais formulés de façon à faciliter l'étude de textes plus approfondis.

CONTENU

- Epreuve, événement, probabilité.
- Modèle de Kolmogorov.
- Espace de probabilité discret.
- Probabilité conditionnelle.
- Notion d'indépendance.
- Variable aléatoire, espérance mathématique, variance.
- Lois des grands nombres.
- Théorème de la limite centrale.
- Fluctuations.
- Estimation.
- Intervalle de confiance.
- Test.
- Régression linéaire simple.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours	Exercices hebdomadaires
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Analyse I et II	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE I					
<i>Enseignant:</i> Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Apprendre à transcrire sous forme mathématique un phénomène physique et de pouvoir en formuler une analyse raisonnée.

Les phénomènes considérés seront limités aux expériences élémentaires de la mécanique rationnelle du point matériel et du solide indéformable. Cette transcription mathématique inclut :

- une paramétrisation, un choix des repères de projection, des référentiels,
- un inventaire des forces ;
- l'application du théorème de la quantité de mouvement et du moment cinétique,
- l'application des principes de conservation.

Autant que possible, les systèmes mécaniques considérés permettront de se sensibiliser à des problématiques de physique plus avancée (ex. : réponse linéaire, section efficace de collision, relaxation de Debye, modes mous, ..)

CONTENU**Introduction**

Notions élémentaires de mécanique pour matériel à une dimension, mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité.

Cinématique

Description formelle des rotations, formules de Poisson, vitesse angulaire.

Forces

Friction, gravitation, électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts.

Lois de Newton

Système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail, discussion qualitative.

Cinématique et cinétique du corps solide indéformable

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique.

Dynamique du corps solide indéformable

Axe de rotation fixe, effets gyroscopiques, contraintes aux points d'attache.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE:	Eb185, E289, D429, Dd399, Dg349, E242, Eb157, E250, E284, Eb197, E303, E168, 753809, AI1039, Dg28	Contrôle continu 1 test écrit
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		Examen écrit au Propédeutique I
<i>Préalable requis:</i>	Bonne formation au niveau maturité	
<i>Préparation pour:</i>	Physique II	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE II					
<i>Enseignant:</i> Jean-Philippe ANSERMET, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 98
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 5
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Thermodynamique

- Apprendre à définir un système physique dans l'esprit de la thermodynamique, choisir les variables qui définissent son état, spécifier comment il est couplé au monde extérieur.
- Savoir appliquer les grands principes de façon systématique.
- Se sensibiliser à la problématique des machines thermiques, de l'énergétique des réactions chimiques et des équilibres entre plusieurs phases.
- Apprendre à décrire et apprécier l'importance des phénomènes irréversibles tels que la conduction de la chaleur, les effets magnéto caloriques ou thermoélectriques.

CONTENU**Changement de référentiel**

Calcul de l'accélération (Coriolis, centripète), dynamique terrestre, relativité restreinte

Mécanique analytique

Equations de Lagrange pour contraintes holonomes et forces conservatives, oscillateurs couplés, introduction aux principes variationnels (et contraintes non-holonômes)

Introduction aux corps déformables et systèmes matériels

Chaînettes et cordes vibrantes, tenseur de contraintes

Thermodynamique : développer une intuition

Introduction aux objectifs de la thermodynamique. La notion d'entropie. Les machines thermiques. La thermomécanique du gaz parfait. Réponse à l'échauffement et coefficients calorimétriques

Thermodynamique : dérivation formelle sur une base thermocinétique

Evolution quasi-statique d'un système continu par morceau, fonctions thermodynamiques, transformations de Legendre, réactions chimiques.

Thermocinétique des processus irréversibles linéaires, matrice d'Onsager, transport et effets croisés.

Mécanique statistique

Cinétique des gaz, principe d'équipartition, ...

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE:	758786, FC506, DP03.4, DP05.7, DF479, DF47, D210-6, AYY12,	Contrôle continu 2 tests écrits
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		Examen écrit au Propédeutique I
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, Analyse I	
<i>Préparation pour:</i>	Physique III et IV	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE III					
<i>Enseignant:</i> Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l'outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

CONTENU**Mécanique des corps déformables**

Etats de la matière, modèle continu; comportement élastique; comportement visqueux; efforts internes, tenseur des contraintes; tenseur des déformations; solides hookéen, loi de Hooke généralisée; fluide newtonien: relation contrainte-vitesse de déformation; équilibre d'un corps, flexion et torsion; instabilité élastique

Physique des fluides

Cinématique des fluides; équation de continuité; dynamique des fluides parfaits; statique des fluides; dynamique des fluides visqueux incompressibles; stabilité d'un écoulement, nombre de Reynolds et similitude; physique des surfaces, tension superficielle et capillarité.

Electromagnétisme (1^{ère} partie)

Electrostatique, champ et potentiel électriques; courants électriques stationnaires; magnétostatique; champs électrique et magnétique dans la matière, polarisation et aimantation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique générale IV
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Contrôle continu durant le semestre
<i>Préalable requis:</i> Physique I et II	
<i>Préparation pour:</i> Physique IV	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE IV					
<i>Enseignant:</i> Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
PHYSIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.

Utiliser l'outil mathématique pour relier le phénomène à sa formulation.

Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes.

CONTENU**Electromagnétisme (2^{ème} partie)**

Champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; équations de Maxwell; énergie électromagnétique, vecteur de Poynting; circuits électriques en régime non-stationnaire.

Phénomènes de propagation ondulatoire

Ondes dans un milieu matériel et ondes électromagnétiques: propagation, transport d'énergie, atténuation, effet Doppler; superposition d'ondes: ondes stationnaires, battements, interférences; interactions ondes-milieu de propagation: réfraction, réflexion, diffraction, diffusion.

Eléments d'optique géométrique

Lentilles; aberrations; instruments d'optique.

Introduction à la physique moderne (selon temps disponible)

De la physique classique à la mécanique quantique; physique non-linéaire et chaos; éléments de physique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Liste d'ouvrages recommandés, résumés polycopiés et corrigés d'exercices	Examen écrit, combiné avec physique générale III Contrôle continu durant le semestre
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Physique I, II et III	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> MÉCANIQUE ANALYTIQUE					
<i>Enseignant:</i> Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présentation des méthodes de la mécanique analytique (équations de Lagrange et Hamilton) et introduction à l'étude des systèmes dynamiques (notions de stabilité, de chaos, d'attracteur).

CONTENU

- 1. Rappels de mécanique newtonienne**
- 2. Les équations de Lagrange**
 - Principe de d'Alembert.
 - Principe de moindre action.
 - Applications.
- 3. Les équations de Hamilton**
 - Transformations de Legendre.
 - Transformations canoniques.
 - Méthode de Hamilton-Jacobi.
- 4. Introduction aux systèmes dynamiques**
 - Notion de stabilité.
 - Systèmes Hamiltoniens : intégrabilité et chaos.
 - Systèmes dissipatifs : notion d'attracteur.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle.	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié	Examen écrit Propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique statistique, physique quantique.	

<i>Titre :</i> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE DÉBUTANTS I, II					
<i>Enseignant:</i> Gérard GREMAUD, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:56/56</i>
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 4</i>

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 les sens de l'initiative et de la créativité. Améliorer les techniques de rédaction de rapports et de présentation orale.

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: En laboratoire à raison de 4h. par semaine	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Notices photocopées	Contrôle continu
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Introduction à la métrologie	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> PHYSIQUE QUANTIQUE I					
<i>Enseignant:</i> Christian GRUBER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 70</i>
PHYSIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Approche algébrique de la physique.
- Structure mathématique de la physique quantique : Etat, Observables, Evolution temporelle, Groupe de Symétrie
- La particule ponctuelle dans l'espace de dimension d :
Observables « position », « quantité de mouvement », « moment cinétique », « Energie ».
Equation de Schrödinger et de Heisenberg
Symétries, Inversion temporelle.
Champ électromagnétique et invariance de jauge.
Base Orthonormale
- La particule ponctuelle dans l'espace à une dimension :
Potentiel constant par morceau, oscillateur harmonique, oscillateur harmonique en présence d'un champ électrique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, les exercices sont commencés en classe.	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	"Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Introduction to Quantum Mechanics" D.J. Griffith (Prentice Hall 1995).	Examen écrit Propédeutique II	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	Cours de base de physique et mathématique du premier cycle.		
<i>Préparation pour:</i>	Physique des matériaux solides, physique nucléaire.		

<i>Titre :</i> EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE I					
<i>Enseignant:</i> Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/SPH/ Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

OBJECTIFS

Initier l'étudiant à la solution de problèmes de physique avec des méthodes numériques.

L'étudiant apprendra à :

- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique
- Tester le code sur des problèmes particuliers dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au problème donné
- Contrôler les erreurs liées à la représentation des nombres dans la mémoire d'un ordinateur
- Contrôler les erreurs liées aux approximations des algorithmes numériques
- Obtenir les résultats avec une erreur inférieure à un écart donné.

CONTENU

Introduction aux stations de travail.

Introduction au langage FORTRAN 90.

Introduction au logiciel graphique « gnuplot ».

Opérations mathématiques de base (recherche de racines, longueur d'une courbe, recherche d'extrema, intégration numérique).

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

Représentation graphique des résultats.

Tavaux pratiques de physique numérique en relation avec les systèmes physiques présentés dans les cours de Physique I, II, et III 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.	FORME DU CONTROLE:	Tests écrits
BIBLIOGRAPHIE:	Notes photocopiées.		
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II et III; Informatique I et II ; Analyse numérique.		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre :</i> CHIMIE GÉNÉRALE (pour ingénieurs)					
<i>Enseignant:</i> Claude FRIEDLI, Professeur EPFL/SCGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE [seul. 03-04]	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
GÉNIE MÉCANIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
MICROTECHNIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer l'accès aux enseignements ultérieurs de la section
- Se familiariser avec le langage et la symbolique utilisés en chimie afin de servir de base aux relations interdisciplinaires.
- Servir d'introduction aux cours de sciences du vivant.

CONTENU

1. *Série périodique des éléments:* Relations entre position des éléments dans le tableau périodique et leurs propriétés physiques et chimiques, prédiction des réactivités.
2. *Liaisons, réaction chimique et stœchiométrie:* Bref rappel des différents types de liaison, influence sur les propriétés physiques et chimiques des composés, réactions chimiques et équilibres (y compris acide-base, tampon, hydrolyse, solubilité).
3. *Thermodynamique:* Transformation de l'énergie chimique et prédiction, énergie interne, enthalpie, loi de Hess, énergie libre, thermodynamique des équilibres, pile électrique et corrosion.
4. *Cinétique:* Vitesse de réaction, ordre de réaction, mécanismes, théorie du complexe activé, catalyses et biocatalyse.
5. *Chimie organique:* Le carbone, hydrocarbures, groupes fonctionnels, composés industriels, composés naturels.
6. *Chimie des surfaces et colloïdes:* Tension interfaciales, contacts liquide-solide et gaz-solide, adsorption, film, phénomènes électrocinétiques, propriétés optiques, mécaniques et électriques de l'état colloïdal

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec démonstrations pratiques et exercices en salle	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Livre PPUR + polycopié	Examen écrit (Propé I et II)
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Cours nécessitant des connaissances de base de chimie	

<i>Titre :</i> CHIMIE TP (pour physiciens)					
<i>Enseignant:</i> Claude FRIEDLI, Professeur EPFL/SCGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 14
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

OBJECTIFS

- Introduction aux méthodes de travail en laboratoire de chimie
- Illustration du cours de chimie générale pour ingénieurs.

CONTENU

- Détermination d'une masse atomique
- Titrage acide-base
- Oxydimétrie
- Synthèse d'un composé inorganique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Travaux pratiques assistés	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: Pycopié	Contrôle continu
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i> Cours de chimie générale	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> CHIMIE BIOLOGIQUE					
<i>Enseignant:</i> Horst VOGEL, Professeur EPFL/SCGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules.

CONTENU**1. Biochimie des systèmes vivants**

- Briques moléculaires : hydrates de carbone, lipides, protéines, acides nucléiques.
- Rappel de chimie et physico-chimie avec application particulière à la biochimie : représentation de structures, réactivité.

2. Structure et fonction des molécules biologiques

- Éluclation de la structure des protéines, des membranes et des ADN.
- Structure des protéines : stabilité, dénaturation, renaturation.
- Relation structure - fonction : méthodes théoriques et expérimentales utilisées en recherche.
- Désigner de nouvelles protéines.

3. Les protéines comme machines moléculaires

- Nature fondamentale des catalyseurs biologiques : exemples des fonctions des enzymes.
- Anticorps catalytiques.
- Transducteurs d'énergie et des signaux (capteurs, pompes, photosynthèse, moteurs).

4. Gènes : réplication et expression

- Structure et morphologie de la cellule.
- Stockage, transcription et traduction de l'information biologique : ADN, ARN, ribosomes.
- Régulation du flux d'information dans la cellule : induction, répression, régulateur, promoteur, opérateur.
- Expression des protéines. Transcription, traduction, modification post-traductionnelles et sécrétion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE: J.M. Berg, J.L. Tymoczko & L. Stryer : "Biochemistry", Freeman 2002	Examen écrit propédeutique II
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre :</i> INFORMATIQUE I					
<i>Enseignant:</i> Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est de développer une compétence en programmation (langage C++) et de familiariser les étudiants avec un environnement informatique (station de travail sous UNIX), mais aussi de présenter les notions de base de l'informatique logicielle et de l'algorithmique.

CONTENU

Rapide introduction à l'environnement UNIX (connection, multi-fenêtrage, édition de textes, email, ...), éléments de base sur le fonctionnement d'un système informatique et prise en main d'un environnement de programmation (éditeur, compilateur, ...).

Initiation à la programmation (langage C++) : variables, expressions, structures de contrôle, fonctions, entrées-sorties, ...

Présentation informelle de l'algorithmique (exemples).

Mise en pratique sur des exemples simples : les concepts théoriques introduits lors des cours magistraux seront mis en pratique dans le cadre d'exercices sur machines..

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié des notes de cours ; livre(s) de référence indiqué(s) en début de semestre		
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	aucun		EXAMEN ÉCRIT (3 H)
<i>Préparation pour:</i>	INFORMATIQUE II		Série notée intermédiaire

<i>Titre :</i> INFORMATIQUE II					
<i>Enseignant:</i> Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif de ce cours est d'approfondir les connaissances théoriques et pratiques présentées dans le cours Informatique I.

L'accent sera mis sur l'approche par objets à l'aide du langage C++. Une part du cours sera également dédiée à la conception et spécification de programmes, en partie grâce à la réalisation d'une mini-application sous la forme d'un projet de groupe, qui permettra également la mise en pratique effective des notions introduites en cours.

Certains des concepts de base de l'informatique et de l'algorithmique seront également abordés.

CONTENU

Fondements de l'approche objet : structure de classe, encapsulation, méthodes, héritage, polymorphisme, héritage multiple..

Bibliothèques usuelles d'outils (STL, ...)

Programmation générique (templates)

Approfondissements thématiques :

- complexité et classes de problèmes (P et NP) ;
- calcul scientifique ;
- méthodes de résolution de problèmes.

Les concepts théoriques introduits lors des cours magistraux seront mis en pratique dans le cadre d'exercices sur machines et par le biais de la réalisation d'un projet.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	FORME DU CONTROLE:
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié des notes de cours ; livre(s) de référence indiqué(s) en début de semestre	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		EXAMEN ÉCRIT (2 H)
<i>Préalable requis:</i>	INFORMATIQUE I	Série notée intermédiaire
<i>Préparation pour:</i>	L'avenir	Projet de groupe

<i>Titre :</i> ASTROPHYSIQUE : Objets célestes					
<i>Enseignant:</i> Jean-Claude MERMILLIOD, MER/ EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner une vue générale de l'astrophysique d'aujourd'hui et introduire les notions de base nécessaires pour appréhender l'Univers et le cycle de la matière, dans une approche physique et historique.

CONTENU**Introduction :**

Les objets célestes; les moyens d'observations.

Notions élémentaires d'astronomie de position :

Le mouvement diurne ; les systèmes de coordonnées ; la dynamique du système Terre-Lune ; les causes astronomiques des changements climatiques à long terme.

Les observations astrophysiques :

Photométrie ; spectroscopie (spectres stellaires, classification spectrale) ; mouvements stellaires ; multiplicité ; détermination des paramètres astrophysiques (distance, magnitude absolue, masse, rayon) ; le diagramme de Hertzsprung-Russel ; la relation masse-luminosité.

Le système solaire :

Le Soleil ; les planètes, astéroïdes, comètes et météorites ; les planètes extrasolaires ; la formation du système solaire; l'évolution de la Terre et l'apparition de la vie.

La matière interstellaire :

Les nébuleuses, le gaz, les poussières ; les nuages moléculaires.

Structure et évolution des étoiles :

Formation stellaire ; structure des étoiles ; évolution stellaire ; états finaux (naines blanches, étoiles à neutrons, trou noir) ; nébuleuses planétaires et supernovae.

Les galaxies :

Morphologie et classification ; notre Galaxie ; amas de galaxies et masse manquante ; structures à grande échelle.

L'Univers :

Les observations : décalage cosmologique (redshift), le fonds de rayonnement, l'abondance des éléments chimiques; l'interprétation : le Big Bang et les modèles d'Univers

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	A. Acker <i>Astronomie - Introduction</i> , Masson 1992 P. Léna <i>Les Sciences du Ciel</i> , Flammarion, 1996	Examen oral	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	1 ^{er} propédeutique de physique ou de mathématiques		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre :</i> INITIATION AUX SCIENCES DES COMMUNICATIONS					
<i>Enseignant:</i> Jean-Frédéric WAGEN, Chargé de cours EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Etre capable de

- Situer le problème général de la communication et les moyens techniques de le résoudre.
- Evaluer les potentialités, les limites et les perspectives des systèmes de transmission et des réseaux de télécommunications.
- Illustrer quelques phénomènes et propriétés physiques par leurs applications dans le domaine des communications.

CONTENU

- Les ingrédients de la communication : Notion de message, d'émetteur, de récepteur, de canal. Signaux et bruits. Temps réel et temps différé.
- Qu'est-ce que l'information ? : Types, sources, destinataires. Parole, sons, textes, images, données. Leurs caractéristiques.
- Types de canaux : Lignes, fibres optiques, ondes. Bande passante, rapport signal-sur-bruit. Propriétés et avantages.
- Bits, bauds, hertz et décibels : Jargon des télécommunications et sa motivation. Relation entre débit de moments, débit de décision.
- Adaptation du message au canal : Largeur de bande disponible, échantillonnage, modulation, codage, redondance, multiplexage.
- Les avantages du numérique : Régénération, conversion A/N, quantification et le bruit qu'elle induit.
- De la transmission point-à-point au réseau : Réseau d'accès et réseau de transport. Acheminement, routage, commutation.
- Spéculations statistiques : Le trafic comme phénomène stochastique, risques d'encombrement et de collisions. Banalisation du réseau.
- La boulimie des débits et la coexistence des services : Réseau avec intégration des services (RNIS), réseau intégré à large bande (RILB). Internet, multimédia.
- Les attentes de l'utilisateur : Les divers aspects de la qualité de service.
- Satellites : Mécanique céleste, orbites géostationnaires et basses.
- Communications optiques : Propriétés physiques et particularités des fibres. Multiplexage en longueur d'onde (WDM), communications cohérentes. Possibilités, limites et problématique.
- L'attrait de la mobilité : Réseaux cellulaires, GSM, UMTS, communications mobiles par satellites.
- Informatique et télécommunications : Finalité, applications et apport mutuels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exemples et démonstrations	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:	Vol. XVIII du Traité d'Electricité (PPUR)	A définir par l'enseignant	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>	Série et transformation de Fourier. Probabilité et statistiques		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre :</i> STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE					
<i>Enseignant:</i> Gervais CHAPUIS, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de symétrie pour les solides cristallins parfaits ainsi que les propriétés qui en découlent. Présentation du phénomène la diffraction des rayons X et des électrons.

CONTENU**Ordre dans la matière**

Désordre positionnel et orientationnel du gaz, ordre à courte distance du liquide. Ordre dans le solide: cristal périodique et apériodique (incommensurable, quasicristal et composites). Ordre partiel: cristal liquide, défauts cristallins.

Cristallographie géométrique

Introduction mathématique des réseaux cristallins. Système de coordonnées, métrique, indices de Miller. Définition du réseau réciproque.

Symétrie

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels. Classes de Bravais et systèmes cristallins. Introduction au superespace.

Diffraction des rayons X et des électrons

Phénomène de la diffraction. Equations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure. Problème des phases.

Propriétés physiques

Propriétés tensorielles découlant de la symétrie des cristaux. Propriétés anisotropiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.	FORME DU CONTROLE :
BIBLIOGRAPHIE: « Cristallographie », D. Schwarzenbach, PPUR, 1993	Examen oral
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Physique des matériaux solides, Physique des matériaux, Microscopie électronique, Dispositifs électroniques à semi-conducteurs.	

<i>Titre :</i> INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE					
<i>Enseignant:</i> Gérard GREMAUD, Robert SCHALLER, Chargés de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 3

OBJECTIFS

Familiariser les étudiants 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 Systèmes d'unités et ordres de grandeurs****II Calculs d'erreurs**

III Appareils de mesure

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

IV Systèmes optiques

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

V Circuits électriques et électroniques

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

VI Technique du vide et cryogénie

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

VII Transducteurs et capteurs

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

VIII Thermique et régulation

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	1h théorie + 3h enseignement pratique par groupes de 10 à 12 étudiants autour d'un montage expérimental	FORME DU CONTROLE:	Contrôle continu et examen en fin de semestre
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées		
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Travaux pratiques de physique		

<i>Titre :</i> INITIATION À L'ÉLECTRONIQUE					
<i>Enseignant:</i> André DÉCURNEX, Chargé de cours EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le cours a pour but de sensibiliser l'étudiant aux différents aspects et possibilités de l'électronique.

Les principaux circuits électroniques sont présentés et expliqués en cours et illustrés par des exemples d'application. Une démonstration et/ou une séance d'exercice y est associée.

CONTENU

Circuits passifs linéaires

Jonction pn, diode, redresseur

Amplificateur opérationnel et applications

Transistor bipolaire et amplification

Circuits et systèmes logiques

Transistor MOS et logique CMOS

Conversion A/N et N/A

Modulation AM et FM

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours magistral + séance d'exercices	FORME DU CONTROLE:	
BIBLIOGRAPHIE:		Examen écrit	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:			
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE QUANTIQUE II			<i>Title:</i> QUANTUM MECHANICS II		
<i>Enseignant:</i> Christian GRUBER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE UNIL.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Les principes et méthodes de la physique quantique, dont l'étude sera poursuivie, seront illustrés par des exemples simples tirés de la physique moléculaire, de la physique des solides et de l'optique.

The study of the principles of quantum mechanics will be continued. Simple applications from molecular physics, solid state physics and from optics will be used as illustrations.

CONTENU**CONTENTS**

Du moment cinétique orbital au spin.

From the orbital cinetic moment to the spin.

Composition des moments cinétiques.

Addition of angular momenta.

Atome d'hydrogène sans spin.

Hydrogen atom (without spin)

Théorie des perturbations indépendantes du temps.

Time independent perturbation theory.

Théorie des perturbations dépendantes du temps.

Time dependent perturbation theory.

Exemples de transitions optiques et règles de sélection pour les moments dipolaires.

Optical transitions and selection rules for the dipolar moment.

Indiscernabilité et principe de Pauli.

Indiscernability and Pauli principle.

L'atome d'hélium.

The Helium atom.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, exercices préparés en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	"Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann); "Introduction to Quantum Mechanics" D.J. Griffith (Prentice Hall 1995).	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique quantique I		
<i>Préparation pour:</i>	Physique des matériaux solides, physique nucléaire		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DU SOLIDE I			<i>Title:</i> SOLID STATE PHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Harald P. BRUNE, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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.

OBJECTIVE

The course provides an introduction into the phenomenology and theoretical concepts of condensed matter physics.

CONTENU

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

CONTENTS

The Drude model of metals: DC electrical conductivity, Hall effect, AC electrical conductivity, thermal conductivity.

Les 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.

The Fermi free electron gas: ground-state and thermal properties of the free electron gas, Pauli paramagnetism, Sommerfeld theory of conduction in metals.

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.

Lattice dynamics: normal modes of a monoatomic Bravais lattice in 1 and 3 dimensions, 3-dimensional lattice with a basis, quantification of elastic waves, neutron scattering by a crystal.

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

Thermal properties in relation with phonon: specific heat of the lattice, models of Debye and Einstein, anharmonic effects.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées distribuées et sur web <ul style="list-style-type: none"> • N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976, Physique des Solides, EDP-Sciences 2002 • Ch. Kittel, Introduction à la Physique du solide • H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991 	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>		Contrôle continu	
<i>Préparation pour:</i>	Physique du solide avancée I, II		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DU SOLIDE II			<i>Title:</i> SOLID STATE PHYSICS II		
<i>Enseignant:</i> Christian FÉLIX, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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

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.

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

Les semiconducteurs: propriétés générales et structures de bandes, niveaux électroniques d'impuretés, occupation des niveaux dans un semiconducteur dopé et intrinsèque, concept du trou et de la masse effective, la jonction p-n, le transistor, quelques composants électroniques à puits quantique.

La supraconductivité: phénoménologie magnétique, thermique, électrique, théorie de London, éléments de la théorie BCS.

OBJECTIVE

The student is familiarized with the phenomena observed in condensed matter and with the theoretical models used for their interpretation..

CONTENTS

Electrons in a periodic potential: Bloch's theorem, electrons in a weak periodic potential, tight-binding method, Fermi surfaces and Brillouin zones, band structure of selected materials.

Electron dynamics in a periodic potential: the semiclassical model of electron dynamics, electrical conductivity, the concept of hole and effective mass, semiclassical motion in a uniform magnetic field.

Semiconductor crystals: general properties and band structure, impurity states, impurity conductivity, intrinsic carrier concentration, holes and effective mass of electrons in crystals, p-n junctions, rectification, transistor, quantum well devices.

Superconductivity: experimental survey of the manifestations of superconductivity (Meissner effect, energy gap, isotope effect...), theoretical survey (London equation, elements of the BCS theory, tunneling).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	<ul style="list-style-type: none"> • N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976 • Ch. Kittel, Introduction à la Physique du solide • H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991 	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique du solide I	Contrôle continu	
<i>Préparation pour:</i>	Physique du solide avancée I, II		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE STATISTIQUE I			<i>Title:</i> STATISTICAL PHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Philippe-A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

Illustrer la théorie à l'aide d'applications et de modèles.

OBJECTIVE

To develop the general methods of equilibrium classical and quantum statistical mechanics.

To illustrate these techniques with the study of several models and examples.

CONTENU**Physique statistique classique :**

Ensemble canonique et grand canonique; connexion avec la thermostatique; fluctuations et fonctions de corrélation; fluides réels et développement du viriel; modèles sur réseaux.

Physique statistique quantique :

Matrices de densité; ensembles microcanonique, canonique, grand canonique; gaz parfaits de fermions; gaz parfaits de bosons.

CONTENTS**Classical statistical physics :**

Canonical and grand canonical ensemble; connection with thermodynamics; fluctuations and correlation functions; real fluids and virial expansion; lattice models.

Quantum statistical physics :

Density matrices; microcanonical, canonical and grand canonical ensemble; ideal Fermi gas; ideal Bose gas.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices en salle	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Livres de référence	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique analytique, Mécanique quantique I	
<i>Préparation pour:</i> Physique statistique II, cours à option de 4 ^{ème} année	

<i>Titre:</i> ÉLECTRODYNAMIQUE CLASSIQUE		<i>Title:</i> CLASSICAL ELECTRODYNAMICS			
<i>Enseignant:</i> Mikhail CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter l'unité des phénomènes électriques et magnétiques. Etudier les propriétés de champs électriques et magnétiques et d'ondes électromagnétiques dans le vide et en milieux continus. Les équations de Maxwell comme indice de la relativité restreinte.

CONTENU

I Magnétostatique et électrostatique : potentiel vecteur et scalaire, lois de Coulomb, d'Ampère et de Biot et Savart.

II Equations de Maxwell : loi de Faraday, les équations de Maxwell sous forme différentielle et intégrale, les potentiels scalaire et vecteur, transformations de jauge, solutions des équations de Maxwell dans le vide, solutions des équations de Maxwell en présence de charges et de courants, potentiels retardés, potentiels de Liénard-Wiechert, rayonnement des ondes.

III Relativité restreinte : comparaison entre les transformations de Galilei et de Lorentz, quadrivecteurs, les équations de Maxwell sous forme quadridimensionnelle, dynamique relativiste des particules.

IV Champs électriques et magnétiques dans la matière : équations de l'électrodynamique macroscopique, conditions de continuité à la frontière, les ondes dans les milieux continus; réflexion et réfraction des ondes

OBJECTIVE

To present the unity of electric and magnetic phenomena. To study the properties of electric and magnetic fields and electromagnetic waves in the vacuum and in macroscopic media. Maxwell's equations as a clue for special relativity.

CONTENTS

I Magnetostatics and electrostatics: vector and scalar potential, Coulomb's law, Ampère's law, law of Biot and Savart.

II Maxwell's equations: Faraday's law, Maxwell's equations in differential and integral form, scalar and vector potentials, gauge transformations, solutions of Maxwell's equations in the vacuum, solutions of Maxwell's equations in the presence of charges and currents, retarded potentials, Liénard-Wiechert potentials, emission of waves.

III Special relativity: Galilei transformations versus Lorentz transformations, quadrivectors, Maxwell's equations in quadridimensional form, relativistic particle dynamics.

IV Electric and magnetic fields in macroscopic media: equations of macroscopic electrodynamics, boundary conditions, waves in continuous media; reflection and refraction of waves.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	"Les cours de physique de Feynman : Electromagnetisme 1", Feynman/Leighton/Sands, (InterEditions, Paris 1979) "Les cours de physique de Feynman : Electromagnetisme 2", Feynman/Leighton/Sands, (InterEditions, Paris 1979) "Classical Electrodynamics" (Second Edition), John David Jackson, (John Wiley & Sons 1975).	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale, mécanique et mathématiques		
<i>Préparation pour:</i>	Phys. des plasmas, optique et physique théorique.		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORSPUSCULAIRE I			<i>Title:</i> NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter sous forme d'une introduction générale l'état des connaissances en physique des particules. De la cinématique relativiste à l'interprétation phénoménologique des phénomènes de collision à haute énergie.

CONTENU

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

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

Détection des particules : scintillateurs, compteurs et chambre multifilaires à ionisation de gaz, détecteurs à semi-conducteurs, détecteurs Tchérénkov, détection des photons et des neutrons, calorimètres électromagnétiques et hadroniques.

Accélérateurs de particules : accélérateur linéaire, cyclotron, synchro-cyclotron, cyclotron isochrone, synchrotron, collisionneurs.

Physique corpusculaire : pion et muon, découvertes et propriétés.

Le positon, particules et antiparticules.

Le neutrino, hypothèse de Pauli et découverte.

Le pion neutre.

Kaon et lambda : les particules étranges.

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 Feynman. Chromodynamique quantique, les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton τ . Interaction faible et les bosons vectoriels intermédiaires. Symétries P, C, T.

OBJECTIVE

General introduction to the status of particle physics. From kinematics to phenomenological description of high energy collisions.

CONTENTS

Introduction: Matter and light, radioactivity, Rutherford model of atom. Relativistic kinematics.

Interaction of radiation with matter: Charged particles, photons, neutrons.

Particle detectors: scintillators, gas ionisation counters and multiwire chambers, semi-conductor detectors, Tcherenkov counters, photon and neutron detection, electromagnetic and hadronic calorimeters.

Particle accelerators: Linear and cyclic accelerators, cyclotron, synchrocyclotron, isochronous cyclotron, synchrotron, colliders.

Particle physics: Pion and Muon, discoveries and properties.

Positron, particle and antiparticle.

Neutrino, Pauli hypothesis and observation.

The neutral pion.

Strange particles: Kaon and Lambda.

Mesons, leptons and baryons.

Fermi golden rule. Metastable states and resonances.

Particle classification and conservation laws: spin, isospin, baryon number, hypercharge.

Quark structure of hadrons, gluons, the colour field

Feynman diagrams. Quantum chromodynamics, heavy flavours: charm, beauty and top.

τ lepton. Weak interaction and intermediate vector bosons.

P, C, T symmetries.

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

BIBLIOGRAPHIE: Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis: Physique générale. Physique quantique I

Préparation pour: Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

NOMBRE DE CREDITS 4

SESSION D'EXAMEN Printemps

FORME DU CONTROLE : Examen oral

<i>Titre:</i> PHYSIQUE MATHÉMATIQUE			<i>Title:</i> MATHEMATICAL PHYSICS		
<i>Enseignant:</i> Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Faire comprendre certains des concepts et résultats de la géométrie contemporaine et de la théorie des groupes par les moyens les plus simples et les illustrer par des exemples d'application dans divers domaines de la physique.

OBJECTIVE

Understand some of the concepts and results of contemporary geometry and group theory by simple means. Illustrate them by examples taken from various fields of physics.

CONTENU

- Variétés différentiables.
- Espaces de Riemann.
- Tenseurs et calcul différentiel associé.
- Groupes et algèbres de Lie.
- Homotopie.

Exemples physiques en électromagnétisme, relativité, particules élémentaires, matière condensée.

CONTENTS

- Differentiable manifolds.
- Riemann spaces.
- Tensors and their differential calculus.
- Lie groups and Lie algebras.
- Homotopy

Physical examples in electromagnetism, relativity, elementary particles, condensed matter.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Contemporary geometry Vol. I, B. Dubrovine, S. Novikov, A. Fomenko	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Electrodynamique. Relativité et cosmologie. Particules élémentaires. Physique des matériaux. Mécanique	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Géométrie II		
<i>Préparation pour:</i>	Les cours mentionnés ci-dessus		

<i>Titre:</i> METHODES MATHEMATIQUES DE LA PHYSIQUE		<i>Title:</i> MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICS			
<i>Enseignant:</i> Charles-Ed. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>STS</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le but du cours est d'exposer les bases mathématiques nécessaires pour la mécanique quantique.

OBJECTIVE

The goal of the course is to expose the basic mathematics necessary for Quantum Mechanics.

CONTENU

- I. Espace de Hilbert (introduction générale).
- II. Quelques éléments de la théorie des espaces $L^2(\mathbb{R}^k)$
- III. Analyse spectrale I (opérateurs bornés)
- IV. Analyse spectrale II (opérateurs auto-adjoints)

CONTENTS

- I. Hilbert space (general introduction).
- II. Elements of $L^2(\mathbb{R}^k)$ theory
- III. Spectral analysis I (bounded operators)
- IV. Spectral analysis II (self-adjoint operators)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathédra, exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés au cours	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE :
<i>Préalable requis:</i> Analyse I à IV	Exercice hebdomadaire en classe.
<i>Préparation pour:</i> Mécanique quantique avancée	Examen oral

<i>Titre:</i> PHYSIQUE STATISTIQUE II			<i>Title:</i> STATISTICAL PHYSICS II		
<i>Enseignant:</i> Philippe A. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le changement d'état de la matière et les phénomènes critiques sont couramment observés dans la physique de la matière condensée. Le but du cours est de familiariser l'étudiant à la théorie phénoménologique et microscopique des transitions de phase.

En fin de cours, on donnera une introduction à la description des phénomènes irréversibles

CONTENU**I Transitions de phases**

Exemples de changements de phase et phénomènes critiques, ferromagnétisme, liquéfaction, cristallisation, etc...

Notion de paramètre d'ordre, symétrie brisée, ordre à grande distance.

Description thermodynamique, exposants critiques. Théorie du champ moyen et de Ginzburg-Landau, fluctuations critiques.

II Modèles

Modèle d'Ising à 1 et 2 dimensions

Condensation de Bose-Einstein

III Magnétisme

Para et diamagnétisme

IV Processus irréversibles

Marches aléatoires et mouvement brownien

Forces aléatoires et équation de Langevin

OBJECTIVE

Phase transitions and critical phenomena are frequently observed in condensed matter systems. The aim of the course is to introduce the student to the phenomenological and microscopic theory of phase transitions.

In a second part, we give some notions on the description of irreversible phenomena.

CONTENTS**I Phase transitions**

Examples of phase transitions and critical phenomena: ferromagnetism, liquid-gas transition, solidification, ...

Concept of order parameter, symmetry breaking and long range order.

Thermodynamical description, critical exponents. Mean field and Ginzburg-Landau theory, critical fluctuations.

II Models

One and two dimensional Ising models

Bose-Einstein condensation

III Magnetism

Para and diamagnetism

IV Irreversible processes

Random walks and Brownian motion

Random forces and Langevin equation

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Exercices en salle.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Livres de référence et polycopié	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique statistique I		
<i>Préparation pour:</i>	Cours à option en physique de la matière condensée, physique théorique, orientations interdisciplinaires		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET CORPUSCULAIRE II			<i>Title:</i> NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS II		
<i>Enseignant:</i> Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction générale à la physique nucléaire. Des états liés à la diffusion.

OBJECTIVE

General introduction to nuclear physics. From bound states to scattering states.

CONTENU**Introduction :**

Propriétés globales du noyau atomique : taille, masse, énergie de liaison.

Modèles nucléaires :

Le modèle du gaz de Fermi, énergie de liaison et formule de la masse.

Le modèle en couche à nucléon célibataire, l'interaction spin-orbite, spins nucléaires, moment magnétique dipolaire et moment électrique quadripolaire.

Réactions nucléaires :

Diffusion et réaction, formalisme de la diffusion, ondes partielles.

Résonances de Breit-Wigner. Noyau composé-

Puits de potentiel et modèle optique.

Interactions directes.

CONTENTS**Introduction:**

Global properties of the atomic nucleus: size, mass, binding energy.

Nuclear Models:

Fermi gas model, Binding energy and the nuclear mass formula.

Single particle nuclear shell model, spin-orbit interaction, nuclear spins, dipole magnetic moment and quadrupole electric moment.

Nuclear reactions:

Scattering and reactions, Scattering formalism, partial waves.

Breit-Wigner resonances. Compound nucleus.

Potential well and optical model.

Direct interactions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale. Physique quantique I, II		
<i>Préparation pour:</i>	Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.		

<i>Titre:</i> ASTROPHYSIQUE : Matière et rayonnement		<i>Title:</i> ASTROPHYSICS			
<i>Enseignant:</i> Pierre NORTH, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'interaction entre le rayonnement et la matière est l'un des problèmes fondamentaux de l'astrophysique et ce cours a pour but de familiariser les étudiants avec les divers aspects de cette interaction, notamment la détermination des abondances des divers éléments.

CONTENU

Introduction : Les deux composantes de l'Univers; La composante matérielle; La composante énergétique; Remarques finales.

Généralités sur le rayonnement : Intensité spécifique et flux; Densité d'énergie et pression de radiation; Rayonnement noir et températures en astrophysique; Coefficients d'extinction et d'émission.

Matière et rayonnement dans l'Univers primordial: Introduction; Thermodynamique et expansion de l'Univers; Variation de ρ / ρ_m au cours du temps; Histoire thermique de l'Univers; Matière - antimatière; Nucléosynthèse primordiale; Réactions nucléaires.

Atmosphères stellaires : L'équation de transfert radiatif; Calcul du flux sortant; Calcul d'une atmosphère stellaire.

Interaction rayonnement-matière dans une atmosphère stellaire: Introduction; Lois de Boltzmann et de Saha; Poids moléculaire et pression des milieux neutres partiellement ou complètement ionisés; Absorption par un oscillateur harmonique; Absorption, émission spontanée et émission induite; Raies spectrales; Courbe de croissance; Opacité globale dans le milieu stellaire.

Les rayonnements non-thermiques : Introduction; Le rayonnement cosmique; Le rayonnement synchrotron; L'effet Compton inverse; Le rayonnement X; Le rayonnement γ ; Les neutrinos et l'astrophysique.

Abondance cosmique des éléments : Abondances stellaires; Abondances dans le système solaire; Abondances dans les nébuleuses diffuses; Abondances dans l'Univers

OBJECTIVE

The interaction between radiation and matter is one of the fundamental problems in astrophysics and this course aims at familiarising students with the various aspects of such interaction and in particular with determining abundances of the elements.

CONTENTS

Introduction: The two components of the Universe; The material component; the energetic component; Final remarks.

Radiation in General: Specific intensity and flux; Energy density and radiation pressure; Black body radiation and temperatures in astrophysics; Extinction and emission coefficients.

Matter and radiation in the early Universe: Introduction; Thermodynamics and expansion of the Universe; Variation of ρ / ρ_m over time; Thermal history of the Universe; Matter - Anti-matter; primordial nucleosynthesis; Nuclear reactions.

Stellar atmospheres: Equation of radiative transfer; Calculation of emerging flux; Calculation of a stellar atmosphere.

Interaction between radiation and matter in a stellar atmosphere: Introduction; Laws of Boltzmann and Saha; Molecular weight and pressure in a neutral medium or in a partially or totally ionised medium; Absorption by harmonic oscillator; Spontaneous absorption and emission, induced emission; Spectral lines; Curves of growth; Global opacity in the stellar medium.

Non-thermal radiations: Introduction; Cosmic rays; The synchrotron radiation; The inverse Compton scattering; X radiation; γ radiation; Neutrinos and astrophysics.

The cosmic abundance of elements: Stellar abundances; Abundances in the solar system; Abundances in diffuse nebulae; Abundances in the Universe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	B.W. Carol & D.A. Ostlie, Introduction to Modern Astrophysics, Addison-Wesley, 1996 H. Kartunnen et al. <i>Fundamental Astronomy</i> , Springer, 1996, P. Léna, <i>Les Sciences du Ciel</i> , Flammarion 1996	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	2 ^e propédeutique de physique ou de mathématiques; Astrophysique I		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ATOMES ET RAYONNEMENT			<i>Title:</i> ATOMS AND RADIATION		
<i>Enseignant:</i> Christian BRESSLER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le but de ce cours est de fournir les notions de bases \checkmark la description de l'interaction rayonnement-matière en se concentrant sur le cas des atomes. Le cours se concentre sur une approche classique des phénomènes en raison de sa transparence au niveau physique, mais les approches quantiques sont aussi introduites. Les techniques de la spectroscopie seront traités.

CONTENU

- Rappel d'électromagnétisme
- Rappels de mécanique quantique
- L'émission spontanée de lumière
- Les formes des raies spectrales
- Spectrographes et détecteurs
- L'absorption et l'émission stimulée de lumière
- Les lasers

OBJECTIVE

The goal of this course is to deliver the basic ideas behind the description of radiation and atom interactions. This course concentrates on a classical physics approach to various phenomena including line broadening and shifts of atomic transitions, but it includes the quantum mechanical treatment as well. In addition, the course seeks to introduce the student to the experimental methods and tools, with which various atom-radiation phenomena can be observed. Finally, an introduction to laser principles will be given.

CONTENTS

- Reminder: Electromagnetism
- Reminder: Quantum Mechanics
- Spontaneous emission of radiation
- The spectral shapes of atomic transitions
- Spectrometers and Detectors
- Stimulated absorption and emission of radiation
- Laser Basics

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	W. Demtröder : Laser Spectroscopy (Springer Verlag, Berlin 1997)	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique quantique, Electromagnétisme		oral
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> BIOPHYSIQUE I		<i>Titl:</i> BIOPHYSICS I			
<i>Enseignant:</i> Jean-Jacques MEISTER, Professeur EPFL/SPH Jean-Louis BÉNY, Professeur Université de Genève					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter quelques propriétés physiques des cellules vivantes et les modèles utiles à leur interprétation

OBJECTIVE

To present the physical properties of living cells, together with some models to interpret them

CONTENU**Eléments d'électrophysiologie:**

Potentiel transmembranaire
Modèle de Hodgkin – Huxley
Electrophysiologie moléculaire
Electrophysiologie des cellules excitables et non excitables
Mécanismes de l'activité rythmique
Potentiel extracellulaire, exemple de l'électrocardiogramme

Base d'intégration neuronale:

Synapse électrique
Synapse chimique
Sommatation spatio-temporelle

Mécanisme de contraction musculaire:

Contraction musculaire
Modèle moléculaire de Huxley
Contractions isométriques et isotonique
Energétique de la contraction
Contrôle du mouvement

CONTENTS**Bioelectricity:**

Transmembrane potential
Hodgkin – Huxley membrane model
Molecular electrophysiology
Electrophysiology of excitable and non-excitable cells
Mechanisms of rhythmic activity
Extracellular potential, example of the electrocardiogram

Basis of neuronal integration:

Electrical synapse
Chemical synapse
Spatio-temporal summation

Mechanisms of muscle contraction:

Muscle contraction
Huxley molecular model
Analysis of isometric and isotonic contraction
Energy and muscle contraction
Control of movement

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices dirigés en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Liste d'ouvrage et articles scientifiques recommandés, corrigés d'exercices	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Physique et mathématiques du premier cycle		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> BIOPHYSIQUE II		<i>Title</i> BIOPHYSICS II			
<i>Enseignant:</i> Helmut GRUBMÜLLER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE****CONTENU****CONTENTS**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:		SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> HYDRODYNAMIQUE			<i>Title:</i> HYDRODYNAMICS		
<i>Enseignant:</i> Michel DEVILLE, Professeur EPFL/DGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

Understanding of fundamental concepts of incompressible fluid mechanics. Application of analytical tools to fluid flow problems and development of simplified models.

CONTENU

- **Revue des équations Navier-Stokes**
Equations de conservation et de comportement. Nombres sans dimension: Reynolds, Froude.
- **Écoulements rotationnels**
L'évolution de la vortacité et de la circulation. Equation de Bernoulli. Production de vortacité. Dynamique des tourbillons.
- **Écoulements plans irrotationnels**
Le potentiel complexe. Écoulement autour d'un cylindre avec et sans circulation. Force et moment sur un profil d'aile. Condition de Kutta.
- **Théorie de la couche limite**
Les équations de Prandtl. Le cas de la plaque plane. La méthode de Kármán-Pohlhausen. Cas de l'aile.
- **Instabilités hydrodynamiques**
Écoulement de Taylor-Couette, convection thermique, instabilités centrifuge. L'équation d'Orr-Sommerfeld.
- **Turbulence**
La description statistique et les équations moyennées de Reynolds. La turbulence homogène et isotrope: cascade d'énergie et la théorie de Kolmogorov.

CONTENTS

- **Navier-Stokes equations**
Conservation and constitutive equations. Dimensionless numbers: Reynolds, Froude.
- **Rotational flow**
Dynamical equations for vorticity and circulation. Bernoulli equation. Production and dynamics of vorticity.
- **Irrotational two-dimensional flows**
Complex potential. Flow around a circular cylinder with and without circulation. Force and moment on an airfoil. Kutta condition.
- **Theory of boundary layer**
Prandtl equations. The case of the flat plate. The Kármán-Pohlhausen method. Airfoil boundary layer.
- **Hydrodynamic instabilities**
Taylor-Couette flow, thermal and centrifugal instability. The Orr-Sommerfeld equation.
- **Turbulence**
Statistical description and Reynolds averaged equations. Homogeneous and isotropic turbulence: energy cascade and Kolmogorov theory.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: <i>Dynamique des fluides</i> , I.L. Ryhming, PPUR, 1991. <i>Incompressible Flow</i> , R.L. Panton, Wiley, 1984 <i>Hydrodynamic Stability</i> , P.G. Drazin and W.H. Reid, Cambridge Univ. Press., 1985. Notes polycopiées	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> OPTIQUE I			<i>Title:</i> OPTICS I		
<i>Enseignant:</i> Benoît DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le cours d'optique est donné sur une série de trois semestre. A la fin du cours, l'étudiant doit être à même d'analyser, de comprendre et en principe de réaliser un système optique complexe comprenant à la fois des éléments passifs comme une fibre optique et des éléments actifs comme un laser ou un modulateur..

CONTENU

Optique Géométrique : *Rappels d'optique géométrique, Fermat, gradient d'indice, Matrices de transfert*

Optique ondulatoire : *Equation d'onde, Equation de Helmholtz, Fabry-Pérot, Paquet d'onde*

Photons et Atomes : *Niveaux d'énergie d'un atome, Maxwell Boltzmann, Fermi-Dirac, Bose Einstein, Emission spontanée, émission stimulée, Coefficients d'Einstein*

Amplificateur laser : *Equations Bilan, systèmes à deux et trois niveaux, Saturation du gain, Exemples d'amplificateurs*

Le laser : *Théorie de l'oscillation laser, cavité Fabry-Pérot, Caractéristiques d'un laser, laser à gaz, laser à semiconducteurs*

Le faisceau gaussien : *Le faisceau Gaussien, Passage dans des composants optique, Hermite-Gauss et Laguerre Gauss*

Guides d'onde : *guide d'onde plan, réfléchissant, diélectrique, Guide d'onde à 2 dimensions, Couplage entre guide d'ondes*

Fibre optiques : *A saut d'indice, à gradient d'indice, mono-modes, Atténuation et dispersion, système télécom. longue distance*

Détecteurs : *Photoconducteurs, photodiodes, diodes p-i-n, diodes à avalanche, bruit, rapport signal sur bruit*

OBJECTIVE

This optics course is given as a series over 3 semesters. At the end, the students should be able to analyze, understand and design complex optical systems containing both passive elements such as lenses or fibers and active elements such as lasers or detectors-

CONTENTS

Geometrical optics : *Ray tracing, Fermat, index grading, transfer matrices*

Waves : *Wave equation, Helmholtz equation, Fabry Pérot, wave packet.*

Photons and Atoms : *Energy levels of an atom, Maxwell Boltzmann, Fermi-Dirac and Bose Einstein statistics, Stimulated emission Einstein coefficients*

Laser Amplificator : *Rate equations, 2, 3 and 4 level systems gain saturation, some examples.*

Lasers : *Laser oscillation, Fabry Pérot cavity, gaz laser, pulsed laser, modelocking, semiconductor lasers.*

Gaussian beams : *The Gaussian beam, propagation through optical components, Hermite-Gauss and Laguerre Gauss*

Waveguides : *Planar waveguide, reflecting, dielectric, 2-dimensional waveguide, coupling between waveguides*

Optical fibers : *step index fibers, graded index fibers, monomode, Atenuation, dispersion, Telecom systems*

Detectors : *Photoconductors, photodiodes p-i-n , avalanche photodiodes, noise, Signal to Noise Ratio*

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, avec exercices chaque semaine	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié <i>Fundamentals of Photonics, Saleh and Teich, J. Wiley & sons</i>	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique I, II, III et IV		
<i>Préparation pour:</i>	Optique II et III		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES NEUTRONS			<i>Title:</i> NEUTRONICS		
<i>Enseignant:</i> Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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 de fission, de déterminer sa taille et sa composition et plus généralement d'analyser l'évolution d'une population de neutrons dans la matière. Ce cours est fortement conseillé aux étudiants qui aimeraient suivre les cours en physique des systèmes énergétiques.

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 et ralentissement 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 neutroniques - Réacteurs à plusieurs zones - Théorie multigroupe et condition critique générale - Réacteurs hétérogènes.

5. Cinétique des réacteurs

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

6. Divers

- Théorie du transport - Méthodes numériques

OBJECTIVE

Neutronics effectively constitutes the bridge between nuclear physics and nuclear engineering. It allows one to comprehend the operational principles of a fission reactor, to determine its size and composition and, in more general terms, to analyse the evolution of a neutron population in a given medium. This course is strongly recommended for students who would like to take the courses in energy systems physics.

CONTENTS**1. Brief review of nuclear physics**

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

2. Nuclear fission

- Characteristics - Nuclear fuel - Introductory elements of neutronics.
- Fissile and fertile materials - Breeding - Applications.

3. Neutron diffusion and slowing down

- Monoenergetic neutrons: collimated beams and multiple collisions.
- Elementary diffusion theory and neutron slowing down through elastic scattering.

4. Multiplying media (reactors)

- Multiplication factors - Criticality condition in simple cases.
- Thermal reactors - Neutron spectra - Multizone reactors - Multigroup theory and general criticality condition - Heterogeneous reactors.

5. Reactor kinetics

- Point reactor model: prompt and delayed transients.
- Practical applications - spatial kinetics.

6. Miscellaneous

- Transport theory - Numerical methods

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, séminaires, exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié + ouvrages recommandés	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Physique des systèmes énergétiques		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES PLASMAS I			<i>Title:</i> PLASMA PHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Stefano ALBERTI, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Ce cours est une introduction à la physique des plasmas destiné à donner une vue globale des propriétés essentielles spécifiques d'un plasma et à présenter les approches couramment utilisées pour modéliser son comportement : études du mouvement de particules chargées, modèle fluide et modèle cinétique. La relation entre la physique des plasmas et la réalisation d'un réacteur de fusion thermonucléaire est présentée et illustrée par des exemples

CONTENU**I. L'état plasma de la matière**

- Définition du plasma
- Ecrantage de Debye
- La fusion thermonucléaire
- Confinement et chauffage des plasmas de fusion
- Réalisations pratiques (Tokamak, ...)

II. Description microscopique du plasma

- Mouvement des particules dans des champs magnétiques et électriques
- Lien entre le confinement fluide et particulaire
- Collisions et coefficients de transport

III. Description fluide du plasma

- Les ondes dans un plasma non-magnétisé : l'onde transverse, l'onde de Langmuir et l'onde ionique acoustique

IV. Modèle cinétique du plasma

- L'équation de Vlasov
- L'onde de Langmuir en théorie cinétique

OBJECTIVE

This course is an introduction to plasma physics aimed at giving an overall view of the essential properties specific to a plasma and at describing the approaches commonly used to describe its behaviour : Study of single particle motion, fluid description and kinetic model. The relation between plasma physics and the realisation of a thermonuclear reactor is presented and illustrated with examples.

CONTENTS**I. The plasma state**

- Definition of a plasma
- Debye screening
- Thermonuclear fusion research
- Confinement and heating of fusion plasma
- Practical implementations (Tokamak, ...)

II. Microscopic description of a magnetised plasma

- The motion of charged particles in magnetic and electric fields
- Particle confinement and fluid confinement.
- Collisions and transport coefficients

III. Fluid model of a plasma

- Waves in a non-magnetised plasma : the transverse wave, the Langmuir wave and the ion acoustic wave

IV. Kinetic model of a plasma

- The Vlasov equation
- The Langmuir wave in the kinetic model

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées, références à la littérature	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours d'Electrodynamique		
<i>Préparation pour:</i>	Physique des plasmas II et III		

<i>Titre:</i> TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCÉS		<i>Title:</i> ADVANCED LABORATORY SESSIONS			
<i>Enseignant:</i> Rosendo SANJINÉS, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:98/98</i>
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 7</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

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.

To acquire a knowledge of the physical phenomena and their applications as required for the education of an engineer in physics. To acquire a knowledge of methods of observation and measurement. To become familiar with the recent technologies used in today's research laboratory in physics. To know how to explain the experimental results in the framework of a theory and a model. To improve the sense of initiative and creativity.

CONTENU**CONTENTS**

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

The proposed subjects cover most of the fields of physics with the exception of the physics of elementary particles. Nevertheless, two experiments address some aspects of nuclear reactors and detection of radiations.

Par ailleurs, un bon nombre des expériences proposées illustrent les domaines de recherche des Instituts de la Faculté des Sciences de Base.

In addition, a number of the proposed experiments are in the domain of research of the different Institutes of the School of Basic Sciences.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	En laboratoire à raison de 7 h. hebdomadairement.	NOMBRE DE CREDITS	6 / 6
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées, bibliothèque.	SESSION D'EXAMEN	
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	
<i>Préalable requis:</i>	TP débutants, cours de mathématiques et de physique générale.		Rapports écrits et exposés oraux
<i>Préparation pour:</i>	TP IV et diplôme pratique d'ingénieur physicien		

<i>Titre:</i> EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE II		<i>Title:</i> COMPUTATIONAL PHYSICS II			
<i>Enseignant:</i> Alfonso BALDERESCHI, Professeur EPFL/SPH Michel POSTERNAK, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 1

OBJECTIFS

Présenter les méthodes numériques de base pour la solution de problèmes de physique classique et quantique.

L'étudiant apprendra à :

- Utiliser des algorithmes et modules existants (bibliothèques).
- Transcrire un problème de physique donné en un programme informatique.
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte.
- Appliquer le code au problème donné.
- Contrôler l'erreur des réponses.

CONTENU

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions initiales, conditions aux bords, méthode de tir.

Analyse de Fourier.

Systèmes d'équations linéaires.

Valeurs et vecteurs propres.

Travaux pratiques de physique numérique sur des systèmes présentés dans les cours de Physique I, II, III et IV et de Physique quantique I et II dont la solution fait appel aux algorithmes de l'analyse numérique.

OBJECTIVE

Provide the basic computational methods to solve problems of classical and quantum physics.

The student will learn:

- to use existing algorithms and codes (libraries).
- to transform a given problem of physics into a computer program.
- to test the code on exactly soluble models.
- to apply the code to the problem at hand.
- to estimate the error of the solution.

CONTENTS

Ordinary differential equations: initial and boundary value problems, shooting method.

Fourier transform.

Linear algebraic equations.

Eigenvalues and eigenvectors.

Computer practice on systems dealt with in the courses Physics I, II, III and IV and Quantum mechanics I and II and whose solution requires the algorithms of numerical analysis.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra (cours) et en salle stations (travaux pratiques) à raison de 4 h toutes les 2 semaines	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Tests écrits
<i>Préalable requis:</i>	Physique générale I, II, III et IV, Physique quantique I, et progressivement II.		
<i>Préparation pour:</i>	Informatique I et II. Analyse numérique.		

<i>Titre:</i> INTRODUCTION AUX TECHNIQUES DE CONSTRUCTION		<i>Title:</i> INTRODUCTION TO CONSTRUCTION TECHNICS			
<i>Enseignant:</i> Rosendo SANJINES, Chargé de cours EPFL/SPH, Pierre SCHMID, Alessandro ICHINO, Collaborateurs techniques EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique 2</i>

OBJECTIFS

Acquérir des notions de dessin technique, de pratiques de mécanique et d'électronique pour le laboratoire de physique.

OBJECTIVE

To get some basic notions as it concerns technical design, machining and practical electronics for laboratory activities.

CONTENU

Dessin technique assisté par ordinateur DAO.
Travaux à l'étau, tournage, fraisage, perçage.
Réalisation d'une pièce mécanique.
Réalisation et test d'un circuit imprimé.

CONTENTS

Computer assisted technical design CAO.
Bend-vice practice, turning, milling, drilling.
Realization of a small mechanical component.
Realization and test of an electronic circuit.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	12 h introduction au DAO 2 séances de 4h d'atelier mécanique et 2 séances de 4 h d'atelier électronique	NOMBRE DE CREDITS	Aucun
BIBLIOGRAPHIE:	Aucune	SESSION D'EXAMEN	-
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	-
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Travaux de laboratoire		

<i>Titre:</i> MANAGEMENT DE PROJETS MBO		<i>Title:</i> MANAGEMENT BY OBJECTIVES			
<i>Cours faisant partie des Dominantes :</i> Gestion d'Entreprise et de Projet Management de la Technologie					
<i>Enseignant:</i> Daniel MLYNEK, Professeur EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
AUTRES SECTIONS.....	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner à l'élève les bases nécessaires du management par objectif en vue de l'appliquer à la haute technologie. Il sera capable de comprendre les tenants et aboutissants des projets industriels dans un contexte économique.

CONTENU

- Comment développer un modèle d'utilisation du MBO (caractéristiques principales).
- Comment définir des objectifs.
- Notions des mesures des résultats et du contrôle du processus du management.
- Comment développer une position de leader.
- Comment penser une stratégie.
- Analyse des processus de prises de décision collectives.
- Développement des motivations pour l'innovation.
- Productivité - qualité - réduction des coûts.
- Exemples concrets.
- Séminaires et conférences de personnalités du monde industriel.
- Visites.

OBJECTIVE

Provide the student with the necessary skills in management by objectives in the field of high technology. He will be able to understand the fundamentals, details and consequences of industrial projects in an economical context.

CONTENTS

- How to develop a model to utilize MBO (basic characteristics).
- How to define objectives
- Evaluation of results and management process control.
- How to develop a leadership.
- How to develop a strategy.
- Analysis of group decision-making processes.
- How to motivate innovative behavior.
- Productivity - quality - cost-cutting.
- Real industrial examples.
- Seminars and conferences by industry leaders.
- Visits.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra et travail en groupe	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié / Site Web	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Continu - Ecrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> MARKETING Marketing des produits des services		<i>Title:</i> MARKETING Marketing Products and Services			
<i>Cours introductif</i>					
<i>Enseignant:</i> Alain SMADJA, Chargé de cours EPFL/STS					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SYSTEMÈS COMMUNICATIONS ...	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
AUTRES SECTIONS	3 ou 5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Sensibiliser les futurs ingénieurs aux principes de base du marketing appliqués aux produits et aux services : concepts fondamentaux, outils d'analyse et choix stratégiques.

CONTENU

Les concepts du marketing.

Le "marketing mix".

Segmentation de marché : choix de créneaux et de clientèle.

Comportement d'achat.

Les études de marché.

Le cycle de vie du produit

Politique produit.

Marketing des produits de grande consommation, des produits industriels et des services.

Marketing "B2B" (Business to Business) et "e-marketing"

Positionnement du marketing dans la stratégie et l'organisation de l'entreprise.

OBJECTIVE

To provide future engineers with the basic principles of marketing applied to products and services: fundamental concepts, analytical tools and strategic choices.

CONTENTS

The marketing concepts.

Marketing mix.

Marketing segmentation: choice of market segments and clientele.

Purchasing behaviour.

Market Research.

Product cycle life.

Product management.

Marketing for consumer products and services.

B2B Marketing and e-marketing.

Positioning marketing within the company organisation and strategy.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposés et discussions, présentation et analyse de cas d'entreprise	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	P. A. DUBOIS et A. JOLIBERT "Le marketing : fondements et pratique"; 3e édition, Economica P. KOTLER et P. A. DUBOIS "Marketing Management", Publi-Union, Paris	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Ponctuel
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES I		<i>Title:</i> HISTORY OF MATHEMATICS I			
<i>Cours faisant partie de la Dominante :</i> Histoire des Sciences et des Techniques					
<i>Enseignant:</i> Jacques SESIANO, Chargé de cours EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
AUTRES SECTIONS	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

An outline of the development of mathematics from antiquity to the sixteenth century.

CONTENU**CONTENTS**

Les systèmes de numération.

Number systems.

Naissance de l'algèbre en Mésopotamie.

Algebra in Mesopotamia.

L'arithmétique et l'algèbre en Grèce (Diophante);

Arithmetic and algebra in Greece (Diophantus);

Influence aux XVII^e et XVIII^e siècles (Fermat, Euler)

Later influence (Fermat, Euler)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Documentation accessoire distribuée	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Continu
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> HISTOIRES DES MATHÉMATIQUES II		<i>Title:</i> HISTORY OF MATHEMATICS II			
<i>Cours faisant partie de la Dominante :</i> Histoire des Sciences et des Techniques					
<i>Enseignant:</i> Jacques SESIANO, Chargé de cours EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
AUTRES SECTIONS	Eté	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter une vue générale de l'histoire des mathématiques de l'antiquité à la naissance des temps modernes.

OBJECTIVE

An outline of the development of mathematics from antiquity to the late sixteenth century.

CONTENU

La géométrie grecque, en particulier les problèmes "impossibles" (quadrature du cercle, duplication du cube, trisection de l'angle); construction de polygones réguliers, postulat des parallèles. Développements ultérieurs.

Les mathématiques au Moyen Age : équation indéterminée du premier degré, suite de Fibonacci, apparition des nombres négatifs, paradoxes issus de la comparaison d'ensembles infinis.

Les mathématiques au seizième siècle : résolution des équations des troisième et quatrième degrés, apparition des nombres complexes.

CONTENTS

Greek geometry and "impossible" problems (squaring of the circle, duplication of the cube, angle trisection); construction of regular polygons, parallel postulate. Later developments.

Mathematics in the Middle Ages: indeterminate equation of the first degree, Fibonacci sequence, negative numbers, infinite sets.

Mathematics in the Renaissance: solution of the cubic and the quartic, complex numbers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Documentation accessoire distribuée	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Continu
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre: HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE		Title: HISTORY OF ARCHITECTURE			
<i>Cours faisant partie des Dominantes :</i>					
Histoire des Sciences et des Techniques Territoire, Environnement construit et Société					
Enseignant: Bruno CORTHÉSY, Dave LUETHI, Chargés de cours EPFL/SA					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
AUTRES SECTIONS	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

OBJECTIFS

Le cours a pour objectif d'exposer une histoire de l'architecture dans son rapport avec les arts appliqués et le design, sur une période relativement longue, du milieu du XIXe au milieu du XXe siècle. Ces différentes disciplines connaissent en effet à partir de la Révolution industrielle des interactions importantes, qui déterminent jusqu'à aujourd'hui une approche globale de la création artistique. A travers le concept de Gesamtkunstwerk, œuvre d'art totale», seront ainsi abordés les différents courants artistiques marquants pour la période définie et significatifs sur le plan de cette thématique. Ils seront examinés à la fois sous l'angle de leurs principes esthétiques et de leurs conditions de production et en faisant recours à des exemples autant internationaux que régionaux.

CONTENU

Courants artistiques abordés :

- Arts & Crafts
- Art Nouveau
- Jugendstil
- Heimatstil
- Werkbund
- Art déco
- De Stijl
- Bauhaus

Thèmes :

- La correspondance des arts et la modernité.
- Le progrès scientifique, stimulateur des arts.
- L'Eglise et la modernité : une position ambiguë.
- Les réactions au matérialisme et à la production de masse.
- Les réorganisations corporatives comme moyen de survie.
- Expositions internationales, manifestes et publications : les lieux de l'auto-promotion.
- Entre le « style nouille » et l'angle droit : « design » artisanal et industriel de l'Arts & Crafts à l'Art déco.
- Le retour à la tradition comme facteur de rupture.
- Un mariage impossible ? L'art et l'industrie

OBJECTIVE

The aim of the course is to present a history of architecture in relation with applied arts and design from the mid 19th century to the mid 20th century. From the time of the Industrial Revolution these different disciplines interact in a significant way, thus determining a global approach of artistic creation until today. Different significant artistic currents, which mark the studied period and are thematically relevant, will be looked at and linked to the concept of Gesamtkunstwerk, the total work of art. These currents will be examined from the angle of their aesthetic principles and the condition of their production; international as well as regional examples will be included.

CONTENTS

Examined artistic currents:

- Arts & Crafts
- Art Nouveau
- Jugendstil
- Heimatstil
- Werkbund
- Art déco
- De Stijl
- Bauhaus

Thèmes :

- Arts correspondence and modernity.
- Scientific progress as a catalyst for the arts.
- Reactions to materialism and mass production.
- Corporative reorganisation as a means of survival.
- International Exhibitions, manifestos and publications : places for self-promotion.
- Between «style nouille» and straight angle: craft and industrial design from Arts & Crafts to Art Déco.
- Entre le « style nouille » et l'angle droit : « design » artisanal et industriel de l'Arts & Crafts à l'Art déco.
- Coming back to tradition as a factor of rupture.
- Art and industry: an impossible marriage?

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Conférences et visites	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Sera distribuée tout au long du cours	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE :
<i>Préalable requis:</i>	Continu : oral ou écrit selon le nombre de participants (interrogation sur une étude de cas)
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> COMMUNICATION PROFESSIONNELLE A I : La rédaction		<i>Title:</i> PROFESSIONAL COMMUNICATION A I : Written communicaton			
<i>Cours introductif</i>					
<i>Enseignant:</i> Walter P.GAXER, Chargé de cours EPFL/STS					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
PHYSIQUE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SYSTÈMES COMMUNICATIONS ...	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
AUTRES SECTIONS	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Développer une approche transdisciplinaire de la communication humaine.

Developing a transdisciplinary approach to human communication.

Perfectionner son approche personnelle et professionnelle de la communication.

Improving ones personal and professional approach in communication.

CONTENU**CONTENTS**➤ **Approche théorique**➤ **Theory**

Les dimensions spatiales et temporelles de la communication humaine.

Space and time as a dimension of human communication.

Les aspects généraux des théories de la communication et spécialement les approches explicatives et thérapeutiques.

General aspects of the communication theories and especially the explanatory and therapeutical approaches.

La communication en tant que phénomène global.

Communication as a global phenomenon.

➤ **Approche pratique : LA RÉDACTION**➤ **Practice: WRITING**

S'exercer à transmettre des connaissances technologiques et scientifiques.

Training to transmit technological and scientific knowledge.

Structurer un texte.

Structuring a text.

Écrire pour convaincre un public-cible.

Writing to convince a public.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés, échanges, commentaires	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Liste distribuée	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : continu
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i> Communication professionnelle A II	

REMARQUE : Nombre maximum d'étudiants : 30 (pré-inscription jusqu'au mardi 21 octobre 2003 auprès de F.Vanappelghem : bureau ELH137, interne 35675, e-mail : francoise.vanappelghem@epfl.ch

<i>Titre:</i> COMMUNICATION PROFESSIONNELLE A II : L'exposé		<i>Title:</i> PROFESSIONAL COMMUNICATION A II : Oral communication			
<i>Cours introductif</i>					
<i>Enseignant:</i> Walter P. GAXER, Chargé de cours EPFL/STS					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	6			<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SYSTÈMES COMMUNICATIONS ...	4				<i>Cours 2</i>
AUTRES SECTIONS	4 ou 6 ou 8			<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....					<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Comprendre l'utilité des sciences sociales et cognitives dans le domaine de la communication.

Comprendre l'importance de l'anthropologie, de la sociologie et de la psychologie dans le domaine de la communication.

CONTENU**> Approche théorique**

La communication humaine et la mondialisation.

Quelques modèles de communication pour promouvoir la compréhension mutuelle.

L'argumentation efficace.

> Approche pratique : L'EXPOSÉ

Exposer efficacement en public.

Animer son auditoire.

Produire des supports audio-visuels appropriés.

Savoir utiliser l'équipement disponible.

OBJECTIVE

Understanding the usefulness of social and cognitive sciences in the field of human communication.

Understanding the importance of anthropology, sociology and psychology in the field of communication.

CONTENTS**> Theory**

Human communication and globalisation.

Some communication models to promote mutual understanding.

Efficient reasoning.

> Practice: SPEAKING

Effective public presentations.

Stimulating one's audience.

Producing the appropriate audio-visual aids.

Knowing how to use the existing equipment.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposés, échanges, commentaires	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Liste distribuée	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Continu
<i>Préalable requis:</i>	Communication professionnelle A I		
<i>Préparation pour:</i>	Communication professionnelle B II		

REMARQUE : Nombre maximum d'étudiants : 30 (pré-inscription jusqu'au lundi 9 février 2004 auprès de F.Vanappelghem : bureau ELH137, interne 35675, e-mail : francoise.vanappelghem@epfl.ch)

<i>Titre:</i> CRÉATION D'ENTREPRISE ET INNOVATION		<i>Title:</i> ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION			
<i>Cours faisant partie de la Dominante :</i> Création d'entreprise					
<i>Enseignant:</i> Jean MICOL, Chargé de cours EPFL/STS					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
PHYSIQUE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
AUTRES SECTIONS.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Démystifier auprès des futurs ingénieurs la création d'entreprise et leur procurer une aptitude visant à les rendre à même de créer leur propre entreprise. Il s'agit notamment de les rendre susceptibles:

- ▷ d'identifier le potentiel de l'idée
- ▷ d'évaluer la faisabilité
- ▷ d'entreprendre la création

OBJECTIVE

To demystify to future engineers the creation of new enterprise and to provide them with an aptitude, which would enable them to create their own enterprise. It aims to help them:

- ▷ identify the potential of the idea
- ▷ evaluate its feasibility
- ▷ undertake the creation of a new enterprise

CONTENU

- De la découverte scientifique à la technologique
- De la technologie à la réalisation d'un produit satisfaisant les besoins du marché
- Marché potentiel et concurrence
- Faisabilité et approche technico-commerciale, évaluation des ressources nécessaires
- Elaboration d'un business plan et gestion du projet d'innovation
- Choix du type d'organisation et de société
- Cash et venture capital
- Démarches nécessaires

CONTENTS

- From scientific discovery to technological know-how
- From technology to realization of products meeting market needs
- Market potential and competition
- Feasibility and technological/market strategy, evaluation of required resources
- Developing a business plan and managing an innovation project
- Organization design and incorporation
- Cash and venture capital
- Necessary procedures

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Développement d'un business plan à partir d'une idée formulée par l'étudiant	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Notes et info sur le web	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Gestion d'entrepris	FORME DU CONTROLE :	Continu
<i>Préalable requis:</i>	Avoir terminé le 1 ^{er} cycle	Nombre maximum d'étudiants :	30
<i>Préparation pour:</i>	Projet STS, diplôme et insertion dans le monde des entreprises		

SITE INTERNET DU COURS : <http://cmtwww.epfl.ch/coursCE2002.pdf#>

REMARQUES : Nombre maximum d'étudiants : 30 (pré-inscription requise auprès de l'enseignant
(☎ 021 693 53 96 – e-mail : jean-micol@epfl.ch) jusqu'au lundi 9 février 2004

<i>Titre:</i> ACCÉLÉRATION DE PARTICULES ET FAISCEAUX I, II : THÉORIE ET APPLICATIONS DES ACCÉLÉRATEURS		<i>Title:</i> PARTICLES ACCELERATORS: THE THEORY OF ACCELERATORS AND THEIR APPLICATIONS			
<i>Enseignant:</i> Albin F. WRULICH, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28/28</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les accélérateurs jouent un rôle important pour la physique élémentaire des particules, pour les analyses structurales et dynamiques de la matière ainsi que la médecine et l'industrie. Les bases de la théorie des accélérateurs ainsi que le concept et le fonctionnement d'accélérateurs sont présentés dans ce cours. Des projets innovateurs d'accélérateur sont également présentés ainsi que leurs applications dans la recherche, la médecine et l'industrie.

CONTENU

Aperçu général et historique
 Dynamique transversale de particule dans les accélérateurs
 Dynamique non linéaire à une particule
 Accélération et dynamique longitudinale
 Perte de faisceau (durée de vie) et détérioration du faisceau par effet collectif Conception d'accélérateur
 Présent et futur des sources de lumière pour l'analyse structurale et dynamique de la matière / sources de lumière et lasers à électrons libres
 Les accélérateurs aux collisions des faisceaux, circulaires et linéaires
 Accélérateurs d'hardon à haute intensité / p-linac, cyclotrons
 Application des accélérateurs pour la médecine et l'industrie
 Les systèmes pour la production d'énergie et la transmutation de déchets radioactifs basé sur les accélérateurs.

OBJECTIVE

Accelerators play a major role in elementary particle physics, structural and dynamical analysis of matter and particularly also in medicine and industry. The basics of accelerator theory, design and operation are presented, combined with the discussions of innovative accelerator projects for research, medicine and industrial application.

CONTENTS

Overview and history
 Transverse particle dynamics in accelerators
 Single particle nonlinear dynamics
 Acceleration and longitudinal dynamics
 Beam losses (lifetime) and beam quality deterioration due to collective effects
 Accelerator design
 Present and future light sources for structural and dynamical analysis of matter
 / light sources, free electron lasers
 Circular and linear colliders
 High intensity hadron accelerators
 / p-linacs, cyclotrons,
 Medical and industrial applications of accelerators
 Accelerator driven systems for energy production and nuclear waste transmutation

CE COURS SERA DONNÉ EN ANGLAIS

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2 / 2
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages conseillés pendant le cours	SESSION D'EXAMEN Printemps Ete
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Notion de relativité restreinte et d'électrodynamique	Examen écrit
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> ASTROPHYSIQUE III Etoiles et matière interstellaire			<i>Title:</i> ASTROPHYSICS III		
<i>Enseignant:</i> Yves DEBERNARDI, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter les divers constituants d'une galaxie et leurs propriétés.

CONTENU

Diagramme de Hertzsprung-Russell : Rayonnement, flux et température effective; Photométrie, magnitudes; Classification spectrale; Le diagramme Hertzsprung-Russell.

Matière interstellaire : Extinction interstellaire; Raies d'absorption interstellaires; Hydrogène neutre; Nuages interstellaires.

Evolution stellaire : Eléments de structure interne; Proto-étoiles et étoiles pré-séquence principale; Etoiles sur la séquence principale; Evolution des étoiles de faible masse et de masse intermédiaire; Evolution d'une étoile de grande masse.

Les étoiles doubles : Doubles visuelles, astrométriques, spectroscopiques, photométriques, binaires serrées et X.

Etoiles variables : Variables pulsantes; Pulsations stellaires adiabatiques; Variables "pré-séquence principale"; Variables éruptives; Les novae.

Amas et associations : Amas ouverts; Amas globulaires; Amas et évolution stellaire.

OBJECTIVE

Introduce the various components of a galaxy and their characteristics.

CONTENTS

Hertzsprung-Russel Diagram: Radiation, flow and effective temperature; Photometry, magnitudes; Spectral classification; The Hertzsprung-Russel Diagram.

Interstellar matter: Interstellar extinction; Interstellar absorption lines; Neutral hydrogen; Interstellar clouds.

Stellar evolution: Elements of internal structure; Protostars and pre-main sequence stars; Main-sequence stars; Evolution of low-mass and intermediate-mass stars; Evolution of a large-mass star.

Binaries: Visual binaries: Astrometrics, spectroscopies, photometrics, close binaries and X.

Variable stars: Pulsating variables; Adiabatic stellar pulsations; Pre-main sequence variables; Eruptive variables; Novae.

Clusters and associations: Open clusters; Globular clusters; Clusters and stellar evolution.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	B.W. Carroll & D.A. Ostlie, <i>An Introduction to Modern Astrophysics</i> , Addison Wesley Publishing Co. Inc., 1996	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	2 ^{ème} propédeutique de physique ou de mathématiques		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ASTROPHYSIQUE IV Les galaxies et l'univers		<i>Title:</i> ASTROPHYSICS IV			
<i>Enseignant:</i> Yves DEBERNARDI, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Sur la base des observations actuelles, permettre à l'étudiant de se situer dans le temps et l'espace.

CONTENU

Notre galaxie : Populations stellaires; Cinématique stellaire; Rotation galactique; Structure spirale; Régions centrales de la galaxie; Formation de la galaxie.

Les galaxies : Historique; Morphologie, classification; Milieu interstellaire des galaxies; Rotation et masse des galaxies; Dynamique galactique.

Les galaxies actives : Les différents types de galaxies actives; Spectre continu et spectre de raies des quasars; Distribution spatiale de quasars.

L'échelle de distance extragalactique : Les indicateurs primaires; Les indicateurs secondaires

Structure de l'Univers à grande échelle : Groupes et amas; Gaz intra-amas; Superamas de galaxies; Reconnaissance des amas et superamas par des méthodes statistiques; Distribution des galaxies à grande échelle; Structure du bruit de fond cosmique.

Les mouvements à grande échelle : Le mouvement de la galaxie dans le groupe local et le mouvement du groupe local vers l'amas de la Vierge; Le mouvement de l'amas de la Vierge par rapport aux amas éloignés; Mouvement absolu par rapport au rayonnement cosmologique.

La matière sombre

Cosmologie : Les deux paramètres cosmologiques; Principe d'équivalence, métrique et équations d'Einstein; Le décalage spectral cosmologique; Le paramètre de décélération; Modèle de Friedmann et Age de l'Univers; Détermination du paramètre de décélération; Modèles avec une constante cosmologique non nulle; L'horizon cosmologique et grandeurs de Planck; L'inflation; Histoire thermique de l'Univers et nucléosynthèse primordiale.

OBJECTIVE

Students should be able to situate in time and space based on present observations.

CONTENTS

Our galaxy: Stellar population; stellar kinematics; Galactic rotation; Spiral structure; Galaxy's central regions; Galaxy formation.

Galaxies: History; Morphology, classification; Galaxies' interstellar medium; Galaxies' mass and rotation; Galaxies' dynamics.

Active galaxies: Different types of active galaxies; Continued spectrum and quasars' spectral lines; Space distribution of quasars.

Extragalactic distance scale: Primary indicators; Secondary indicators.

Large-scale Structure of the Universe: Groups and clusters; Intra-cluster Gas; Galaxies' super-clusters; Clusters and Super-clusters detection by statistical means; Distribution of large-scale galaxies; Structure of cosmic background noise.

Large-scale movements: Galaxy's movement in the local group and movement of local group towards Virgo cluster; Movement of Virgo cluster in relationship to distant clusters; Absolute movement in relationship to cosmological radiation.

Dark matter

Cosmology: Two cosmological parameters; Equivalent principle, metrics and Einstein's equations; Spectral cosmological shift; Retardation parameter; Friedmann's model and Age of the Universe; Determination of retardation parameter; Models with a non-null cosmological constant; the cosmological horizon and Planck's magnitudes; Inflation; The Universe thermal history and primordial nucleosynthesis.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	B.W. Carroll & D.A. Ostlie, An Introduction to Modern Astrophysics, Addison Wesley Publishing Co. Inc., 1996	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	2 ^{ème} propédeutique de physique ou de mathématiques		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ASTROPHYSIQUE V, VI			<i>Title:</i> STELLAR EVOLUTION AND NUCLEOSYNTHESIS		
<i>Enseignant:</i> André MAEDER, Professeur Université de Genève					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56/56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction aux mécanismes physiques qui gouvernent l'équilibre d'une étoile, son évolution et la synthèse nucléaire des éléments. Etude de l'évolution depuis la formation jusqu'aux supernovae et aux résidus condensés.

OBJECTIVE

Introduction to the physical mechanisms governing stellar equilibrium, stellar evolution and nucleosynthesis. Study of evolution from star formation to supernovae and condensed remnants.

CONTENU

- Equilibre mécanique d'une étoile
- Equilibre thermique et transfert d'énergie
- Réactions nucléaires
- Simulations numériques
- Formation des étoiles et observations
- Phase de fusion de l'hydrogène
- Phase de fusion de l'hélium et phases avancées
- Supernovae et nucléosynthèse
- Naines blanches
- Etoiles à neutrons et trous noirs
- Pulsations stellaires
- Héliosismologie et astérosismologie

CONTENTS

- Mechanical equilibrium
- Thermal equilibrium and radiative transfer
- Nuclear reactions
- Numerical simulations
- Star formation and observations
- Hydrogen burning phase
- Helium burning and advanced nuclear phases
- Supernovae and nucleosynthesis
- White dwarfs
- Neutron stars and black holes
- Stellar pulsations
- Helioseismology and asteroseismology

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS 4 / 4
BIBLIOGRAPHIE: Stellar Evolution, R. Kippenhahn & A. Weigert, Springer Verlag, 1990	SESSION D'EXAMEN Printemps (7ème semestre) Eté (8ème semestre)
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: <i>Préalable requis:</i> 2ème propédeutique de physique ou de mathématiques <i>Préparation pour:</i>	FORME DU CONTROLE: Examen oral

<i>Titre:</i> BIOPHYSIQUE THÉORIQUE I			<i>Title:</i> THEORETICAL BIOPHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction à l'utilisation des idées et méthodes de la physique théorique dans les problèmes de la biologie.

OBJECTIVE

Introduction to the application of the notions and methods of theoretical physics to problems in biology.

CONTENU

1. Petit rappel de la théorie de probabilité.
2. Théorie de la marche aléatoire : mouvement brownien ; équations continues ; diffusion ; murs réfléchissants et absorbants.
3. Théorème de la limite centrale et ses limitations. Distributions gaussiennes et de Lévy. Marches aléatoires de Lévy.
4. Introduction à la théorie des polymères : polymères en continu et sur réseau ; propriétés statistiques de polymères ; résultats exacts, numériques et approximations ; liaisons avec le modèle $O(n)$ et les systèmes magnétiques.
5. Polymères interagissants : expériences et modèles ; solutions analytiques et numériques des modèles ; diagramme de phase ; hétéropolymères aléatoires.
6. Les protéines : rôle en biologie ; composants de base (acides aminés, eau) ; résultats expérimentaux ; modèles ; résultats analytiques et numériques ; comparaison avec les expériences.

CONTENTS

1. Brief revision of probability theory.
2. Theory of random walks: Brownian motion; continuous equations; diffusion; reflecting and absorbing walls.
3. The central limit theorem and its limitations. Gaussian and Levy distributions. Levy random walks.
4. Introduction to polymer theory: continuous polymers and networks; statistical properties of polymers; exact, numerical and approximative results; links with the $O(n)$ model and magnetic systems.
5. Interacting polymers: experiments and models; analytical and numerical solutions of the models; phase diagram; random heteropolymers.
6. Proteins: their role in biology; basic components (amino-acids, water); experimental results; models; analytical and numerical results; comparison with experiment.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Exercices en classe et à la maison	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours de physique théorique		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> BIOPHYSIQUE THÉORIQUE II		<i>Title:</i> THEORETICAL BIOPHYSICS II:			
<i>Enseignant:</i> Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Méthodes de physique théorique en biologie moléculaire.

OBJECTIVE

Methods of theoretical physics in molecular biology.

CONTENU

- Rappel de physique des protéines
- Interactions entre protéines
 - agrégation
 - complexes des protéines
 - structures multimeriques
 - cartes d'interaction
- Moteurs moléculaires
- Physique des membranes

CONTENTS

- Physics of proteins a summary
- Protein interactions
 - aggregation
 - protein complexes
 - multimeric structures
 - interaction maps
- Molecular motors
- Physics of membranes

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, Exercices en classe et à la maison	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Biophysique théorique I		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES		<i>Title:</i> RELATIVISTIC QUANTUM FIELDS			
<i>Enseignant:</i> Mikhail E. CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56/56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2 / 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Unités de la physique des hautes énergies**
- Champs quantiques** Opérateurs de création et d'annihilation. Quantification secondaire et systèmes de particules indiscernables. Bosons et fermions. Espace de Fock. Les particules relativistes libres.
- Théorie classique des champs** Actions, lagrangiens, hamiltoniens. Théorème de Nøther.
- Relativité restreinte et groupe de Poincaré** Eléments de la théorie des groupes. Groupes de Lie. Algèbres de Lie. Les groupes de Poincaré et de Lorentz.
- Champs classiques et quantiques relativistes libres** Classification des champs. Champs scalaires réel et complexe. Le champ vectoriel massif. Le photon. Champs spinoriels.
- Champs en interaction** Les symétries global et local. Théorie de jauge abélien. Théories de jauge non abéliens. Interactions forte et électrofaible et lagrangien du modèle standard. Matrice-S et diagrammes de Feynman. La section efficace. Le taux de désintégration.
- Renormalisation** Idée de base. Fonctions de Green. Masse des particules. Règles de renormalisation.

OBJECTIVE

To present the ideas and methods of the relativistic quantum theory of fields, viewed as a description of the fundamental interactions of elementary particles.

CONTENTS

- Units of high energy physics**
- Quantum fields** Creation and annihilation operators. Second quantisation and systems of indistinguishable particles. Bosons and fermions. Fock space. Free relativistic particles.
- Classical field theory** Actions, Lagrangians, Hamiltonians. Nøther's theorem.
- Special relativity and the Poincaré group** Elements of group theory. Lie groups. Lie algebras. Poincaré and Lorentz groups.
- Classical and quantum relativistic free fields** Classification of fields. Real and complex scalar fields. The massive vectorial field. The photon. Spinorial fields.
- Interacting fields** Global and local symmetries. Abelian gauge theory. Non-abelian gauge theories. Strong and electroweak interactions and Lagrangian of the standard model. S-matrix and Feynman diagrams. The cross-section and decay rate.
- Renormalisation** The basic idea. Green's functions. Particle mass. Rules of renormalisation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS 4 / 4
BIBLIOGRAPHIE: Ouvrages recommandés.	SESSION D'EXAMEN Printemps (7 ^{ème}) Eté (8 ^{ème})
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Électrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.	
<i>Préparation pour:</i> Physique théorique, Physique des interactions fondamentales et des particules élémentaires.	

<i>Titre:</i> CHAPITRES CHOISIS DE PHYSIQUE DE LA MATIÈRE VIVANTE		<i>Title:</i> SELECTED CHAPTERS ON PHYSICS OF LIVING MATTER			
<i>Enseignant:</i> Giovanni DIETLER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduire les notions de base en biologie qui seront utilisées dans le cours. Apprendre les méthodes expérimentales basées sur l'étude des biomolécules isolées et leurs applications dans le cas de l'ADN et de la chromatine. Comprendre la « nécessité » des expériences au niveau d'une biomolécule isolée pour l'investigation du fonctionnement de la matière vivante.

CONTENU

1. La structure de l'ADN : chimie et cristallographie (Watson & Crick), les bases, l'ADN dans la cellule, la division cellulaire, t-ARN, m-ARN.
2. Propriétés statistiques de l'ADN : la marche auto-évitante, la structure à 2 et à 3 dimensions.
3. Sondes locales : la microscopie à force atomique (AFM) et à champ proche optique (SNOM), le piège optique.
4. Mesure des propriétés mécaniques de l'ADN : la constante de ressort d'une molécule d'ADN isolée.
5. Spectroscopie à force de l'ADN : ouverture d'un double brin d'ADN, interaction entre deux brins d'ADN.
6. Topologie et ADN : propriétés mathématiques des courbes dans l'espace, les plasmides, le surenroulement de l'ADN, les nœuds, les topoisomères, etc.
7. La chromatine : structure de la chromatine et des chromosomes. Mesures des propriétés élastiques au niveau des molécules isolées.

OBJECTIVE

Introduction to the biology needed for the lecture. Learn the experimental methods in order to study the biomolecules at the level of a single molecule and their applications to DNA and chromatin. Understanding the need of single molecule experiments for the investigation of the living matter.

CONTENTS

1. The DNA structure : chemistry & crystallography (Watson & Crick), the bases, DNA in the cell, cellular division, t-RNA, m-RNA.
2. Statistical properties of the DNA chain : self-avoiding walk, the 2 and 3 dimensional structure of the DNA.
3. Local probe microscopy : atomic force microscopy (AFM), Scanning Near-Field Optical Microscopy (SNOM), optical tweezers.
4. Mechanical properties of the DNA : the spring constant of a single DNA molecule.
5. Force spectroscopy of DNA : unzipping the double helix, interaction between strands of DNA.
6. Topology and DNA : mathematical properties of curves in space, DNA plasmids, supercoiling of the DNA, DNA knots, topoisomères, etc.
7. Topology and DNA : mathematical properties of curves in space, DNA plasmids, supercoiling of the DNA, DNA knots, topoisomères, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, exercices en salle	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Biophysique théorique I&II	FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Sciences du vivant		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> DES PETITES MOLÉCULES AUX BIOMACROMOLÉCULES I		<i>Title:</i> FROM SMALL MOLECULES TO BIOMACROMOLECULES I			
<i>Enseignant:</i> Majed CHERGUI, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Introduction à la structure des molécules et à la spectroscopie moléculaire vibrationnelle et électronique.

Introduction to molecular structure and spectroscopy.

CONTENU**CONTENTS****Partie I :****Part I:**

- Structure des molécules (courbes et surfaces du potentiel)
- Spectres vibrationnels des molécules diatomiques et polyatomiques (spectres infrarouge, Raman). Règles de sélection
- Spectroscopie électronique des molécules. Approximation de Born-Oppenheimer, principe de Franck-Condon.
- Propriétés de symétrie des molécules
- Les molécules dans les champs électriques et magnétiques.

- Molecular structure (potential curves and potential surfaces)
- Vibrational spectroscopy of diatomic and polyatomic molecules (IR, Raman). Selection rules
- Electronic spectroscopy of molecules. Born-Oppenheimer approximation, the Franck-Condon principle
- Symmetry properties of molecules
- Molecules in electric and magnetic fields.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra, exercices	NOMBRE DE CREDITS 3
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Phénomènes ultrarapides	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique	
<i>Préparation pour:</i> Diplôme, thèse de doctorat	

<i>Titre:</i> DES PETITES MOLÉCULES AUX BIOMACROMOLÉCULES II			<i>Title:</i> FROM SMALL MOLECULES TO BIOMACROMOLECULES II		
<i>Enseignant:</i> Giovanni DIETLER Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Introduction à la structure des molécules et à la spectroscopie moléculaire vibrationnelle et électronique.

Introduction to molecular structure and spectroscopy.

CONTENU**CONTENTS****Partie II :**

- Les Forces en Physique
- Aspects thermodynamiques
- Forces Intermoléculaires.
- Interactions entre corps macroscopiques.
- Forces de van der Waals.
- « Double-layer » forces.
- Interactions dans les protéines et ADN.

Part II:

- Forces in physics.
- Thermodynamics.
- Intermolecular Forces
- Interactions between macroscopic bodies.
- van der Waals Forces.
- Double layer forces.
- Interactions in proteins and DNA.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra, exercices	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Phénomènes ultrarapides	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique quantique		
<i>Préparation pour:</i>	Diplôme, thèse de doctorat		

<i>Titre:</i> DÉTECTEUR DES PARTICULES IONISANTES			<i>Title:</i> DETECTOR OF IONIZING PARTICLES		
<i>Enseignant:</i> Thomas SCHIETINGER, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction aux méthodes les plus importantes pour la détection des particules et leurs applications en physique nucléaire et corpusculaire.

CONTENU

Interaction des particules à travers la matière : ionisation (formule de Bethe-Bloch), interaction des électrons et des photons (gerbes électromagnétiques, longueur de rayonnement et énergie critique).

Caractéristiques générales des détecteurs : linéarité, rendement, résolution et facteur de Fano.

Détecteurs à gaz : compteurs à ionisation, proportionnel et Geiger-Muller, chambres proportionnelles multifilaires, à dérive, à projection temporelle, détecteurs à gaz à micro-structures.

Détecteurs à semiconducteur : jonction pn, détecteurs à diode silicium et germanium, détecteurs à silicium à micro pistes et à pixels.

Scintillateurs : scintillateurs organiques et inorganiques, déplaceurs de longueur d'onde et guides de lumières.

Photodétecteurs : photomultiplicateurs, photodiodes et autres alternatives.

Applications : mesure de la quantité de mouvement dans les champs magnétiques, calorimétrie, identification des particules.

Exemples : les techniques de détection sont illustrées par des exemples reliés à la recherche effectuée dans notre groupe de physique corpusculaire à Lausanne.

OBJECTIVE

Introduction to the most important methods of particle detection and their application in nuclear and particle physics.

CONTENTS

Interaction of particles in matter: ionization (Bethe-Bloch formula), interaction of electrons and photons (electromagnetic showers, radiation length and critical energy).

General characteristics of detectors: linearity, efficiency, resolution and Fano factor.

Gas detectors: ionisation, proportional and Geiger-Muller counters, multiwire proportional, drift and time-projection chambers, micro-pattern gas detectors.

Semiconductor detectors: pn junction, silicon and germanium diode detectors, silicon microstrip and pixel detectors.

Scintillators: organic and inorganic scintillators, wavelength shifters and light guides.

Photodetectors: photomultipliers, photodiodes and other alternatives.

Applications: momentum measurement in magnetic fields, calorimetry, particle identification.

Examples: the detection techniques are illustrated by examples relevant to the research done in our particle physics group at Lausanne.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en salle	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Ouvrages recommandés	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Connaissances élémentaires en physique nucléaire et corpusculaire. Notions en électronique.		
<i>Préparation pour:</i>	Diplôme en physique nucléaire et corpusculaire.		

<i>Titre:</i> DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS I		<i>Title:</i> SEMICONDUCTOR ELECTRON DEVICES I			
<i>Enseignant:</i> Marc ILEGEMS, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter la physique de fonctionnement des dispositifs semiconducteurs.

CONTENU

- 1. Propriétés électroniques des semiconducteurs**
 - Structures cristallines et bandes d'énergie
 - Statistiques 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. Dispositifs d'électronique quantique**
 - Puits quantiques et superréseaux
 - Conduction dans un gaz bidimensionnel d'électrons
 - Effet Hall quantique

OBJECTIVE

To present the physical principles of semiconductor device operation

CONTENTS

- 1. Electronic properties of silicon**
 - Crystal structure and energy band diagrams
 - Carrier statistics in equilibrium and non-equilibrium
 - Electron transport in weak and strong fields
 - Generation and recombination processes.
- 2. Theory of junctions and interfaces**
 - pn and metal-semiconductor junctions
 - Oxyde-semiconductor and heterojunction interfaces
 - Principles of bipolar transistor operation.
- 3. Field effect devices**
 - JFET, MESFET, HFET and MOSFET transistors
 - Submicron devices
- 4. Quantum electron devices**
 - Quantum well and superlattice structures
 - Conductivity of a 2D electron gas
 - Quantum Hall effect

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposé avec exercices.	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Introduction en Electronique et Physique du Solide.		
<i>Préparation pour:</i>	Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.		

<i>Titre:</i> DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS II			<i>Title:</i> SEMICONDUCTOR ELECTRON DEVICES II		
<i>Enseignant:</i> Marc ILEGEMS, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Matériaux semiconducteurs optoélectroniques**
- Interactions lumière-matière**
Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique, constantes optiques.
- Photodétection**
Photoconducteurs, photodiodes à jonction p-n, p-i-n, et avalanche. Diodes métal-semiconducteur-métal, détecteurs à couplage de charge. Photorécepteurs intégrés. Réponse spectrale, sensibilité, bruit.
- Electroluminescence**
Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Applications à l'affichage et pour les communications à fibre.
- 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.
- Dispositifs d'optique intégrée planaire**
Guides d'ondes, interféromètres, miroirs, réseaux de diffraction, modulateurs, multiplexeurs.

OBJECTIVE

To present the physical principles of operation and the main applications of semiconductor optoelectronic devices.

CONTENTS

- Semiconductor materials for optoelectronics**
- Light-matter interactions in semiconductors**
Absorption, spontaneous and stimulated emission of radiation, dielectric function, optical constants.
- Photodetection**
Photoconductors, p-n, p-i-n and avalanche photodiodes, metal-semiconductor-metal detectors, charge coupled detectors and arrays, integrated photoreceivers, spectral responsivity, detectivity, noise.
- Electroluminescence**
Electroluminescent diodes, emission spectra, efficiency, modulation. Applications for displays and fiber optic communications.
- Laser diodes**
Conditions to achieve stimulated emission, optical gain and threshold, spectral characteristics, efficiency, modulation. Fabry-Perot, distributed feedback and vertical cavity laser structures. Bandgap engineering, quantum well lasers.
- Integrated optoelectronics**
Planar optical waveguides, interferometers, mirrors, diffraction gratings, modulators, couplers, multiplexers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposé avec exercices.	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN	Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Dispositifs électroniques semiconducteurs		
<i>Préparation pour:</i>	Laboratoire et projets.		

<i>Titre:</i> INTRODUCTION À L'ÉLECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES			<i>Title:</i> INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRODYNAMICS AND OPTICS		
<i>Enseignant:</i> François REUSE, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Acquérir sur un niveau élémentaire le formalisme et les concepts de base de la théorie quantique du rayonnement électromagnétique. Introduire les états cohérents du champ électromagnétique. Présenter une brève introduction aux propriétés statistiques du rayonnement. Etudier les processus d'interaction entre des atomes et des photons.

CONTENU**Théorie quantique du rayonnement électromagnétique**

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique du rayonnement.
- Théorie quantique du champ électromagnétique. Relations de commutation fondamentales et opérateurs de champ.
- Le concept de photon. Les états à N-photons.
- Polarisation et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique produit par des courants électriques classiques.

Notions de base reliées à l'optique quantique

- États cohérents d'un oscillateur harmonique quantique unidimensionnel.
- Propriétés des états cohérents du rayonnement quantique. Influence de courants électriques extérieurs sur leur évolution.
- Description statistique du rayonnement quantique.
- Rayonnements chaotiques et cohérents. Rayonnement du corps noir.

Interaction entre atome et photons

- Approximation dipolaire électrique de l'interaction atome-photon.
- Emissions induites et spontanées d'un photon par un atome. Règles de sélection.
- Absorption de photons par un atome.
- Origine des largeurs de raie naturelles des spectres d'émission et d'absorption.

OBJECTIVE

To provide at an elementary level the formalism and the conceptual scheme of the quantum theory of electromagnetic radiation. To introduce the coherent states of the electro-magnetic field. To present a brief introduction to the statistical properties of radiations. To study the interaction processes between atoms and photons.

CONTENTS**Quantum theory of electromagnetic radiation**

- Hamiltonian formulation of the classical theory of radiation.
- Quantum theory of the electromagnetic field. Fundamental commutation relations and field operators.
- The concept of photon. The N-photons states.
- Polarization and helicity for the photon.
- Quantum radiation generated by classical electric currents.

Basic notions related to quantum optics

- Coherent states of a one-dimensional quantum harmonic oscillators.
- Properties of the coherent states of the quantum radiation. Influence of external electric currents on their behaviour.
- Statistical description of the quantum radiation.
- Chaotic and coherent radiations. Black body radiation.

Interaction between atoms and photons

- Dipolar electric approximation of the atom-photons interaction.
- Induced and spontaneous emission of one photon by an atom. Selection rules.
- Photons absorption by an atom.
- Origin of the natural breadth of absorption and emission lines spectra.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices pendant le cours.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique quantique I, II. Electrodynamique.		
<i>Préparation pour:</i>	Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps. Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II. Théorie quantique des champs.		

<i>Titre:</i> INTRODUCTION À LA PHYSIQUE DES ASTROPARTICULES		<i>Title:</i> INTRODUCTION TO ASTRO-PARTICLE PHYSICS			
<i>Enseignant:</i> Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH/Petr TINIAKOV, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**CONTENU**

- 1. Introduction général :** Le système des unités dans la physique des hautes énergies. Les propriétés fondamentales de l'univers. Le diagramme de Hubble. Le rayonnement fossile.
- 2. La cosmologie standard (théorie du Big Bang) :** L'âge de l'univers. L'univers dominé par la radiation et par la matière. La métrique de FRW. Les effets de la courbure : l'univers ouvert et fermé. La constante cosmologique.
- 3. Les processus physiques dans l'univers primitif :** L'équilibre thermique et la brisure de l'équilibre. L'équation de Saha. Les neutrinos dans l'univers. La brisure des symétries C et CP. La baryogénèse. La nucléosynthèse primordiale.
- 4. L'univers inflationnaire :** Les problèmes d'isotropie, d'horizon et de causalité. La dynamique des champs scalaires dans l'univers. Une solution du problème des données initiales.
- 5. Les rayons cosmiques :** Spectre et composition, moyens de détection. Les rayons cosmiques d'énergie ultra-haute : détection, leur interaction avec le fond à 2.7 °K. Les modèles d'accélération de Fermi de premier et deuxième ordre. L'accélération dans la magnétosphère des Pulsars. L'accélération dans le Soleil. Les sources exotiques.
- 6. La radiation électromagnétique :** Mécanismes de production, lignes spectrales et continuum. Mécanismes d'absorption. Les détecteurs embarqués et au sol. Le projet GLAST. L'imagerie Cherenkov. Les sources gamma avec E>100 GeV, Geminga, les gerbes de rayons gamma. Exemples de simulation de gerbes gamma et hadroniques.
- 7. Les neutrinos :** Mécanismes de production. Interaction avec la matière. Neutrinos stellaires. L'oscillation des neutrinos solaires. Les neutrinos des Supernovae. L'oscillation des neutrinos atmosphériques. Les détecteurs.

OBJECTIVE**CONTENTS**

- 1. General Introduction:** System of units of high-energy physics. Basic facts about the Universe. The Hubble diagram. Cosmic microwave background radiation.
- 2. Standard cosmology:** Age of the Universe. The Universe dominated by radiation and matter. FRW-metric. Effect of curvature: open and closed Universe. Cosmological constant.
- 3. Physical processes in the early Universe:** Thermal equilibrium and broken equilibrium. The Saha equation. Neutrinos in the Universe. Breaking of C and CP symmetries. Baryogenesis. Nucleosynthesis.
- 4. Inflationary Universe:** Horizon, isotropy, and causality problems. Scalar field dynamics in the Universe. A solution to the initial data problem.
- 5. Cosmic radiation: Spectrum and composition, means of detection. Cosmic rays with ultrahigh energy; detection; interaction with the background 2.7 °K.** Fermi acceleration first and second order. Acceleration in the Pulsar magnetosphere. Acceleration in the sun. Exotic sources.
- 6. Electromagnetic radiation:** Production mechanisms; spectral lines and the continuum. Absorption mechanisms. On-board and ground-level detectors. The GLAST project. Cherenkov imaging. Sources of gamma rays with E>100 GeV, Geminga, gamma ray bursts. Simulation samples of gamma and hadronic showers.
- 7. Neutrinos: Production mechanisms. Interaction with matter. Stellar neutrinos. Oscillation of solar neutrinos. Neutrinos from Supernovae. The oscillation of atmospheric neutrinos. Detector**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 3
BIBLIOGRAPHIE:	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Cours Physique des particules 3 ^e année	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE		<i>Title:</i> QUANTUM ELECTRODYNAMICS			
<i>Enseignant:</i> François REUSE, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Fournir une approche élémentaire de la théorie quantique relativiste de l'électron. Etude perturbative des processus d'interaction, les plus importants et les plus simples, entre électrons relativistes et photons. Discussion introductive sur les corrections radiatives en électrodynamique quantique.

CONTENU**Théorie quantique de Dirac de l'électron relativiste**

- Equation de Dirac pour l'électron libre. Discussion de sa covariance relativiste formelle.
- Observables du moment cinétique et de l'hélicité.
- Esquisse de la problématique reliée aux notions d'observables de position et de spin.
- Théorie des trous de Dirac et l'interprétation des solutions de l'équation de Dirac. L'anti-électron ou positron.
- Equation de Dirac avec champ électromagnétique extérieur. Invariance de jauge. Atome hydrogénoïde relativiste.
- Transformation de Foldy-Wouthuysen. Limite non-relativiste de l'équation de Dirac. Corrections relativistes en physique atomique.

Interaction entre électrons relativistes et photons

- Interaction électron-photons dans le cadre de la théorie des trous de Dirac.
- Discussion générale de l'approche perturbative au second ordre de l'interaction.
- Etude de l'effet Compton. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Annihilation d'une paire électron-positron en deux photons. Détermination de la section efficace différentielle sans polarisation.
- Processus en champ extérieur : "Bremsstrahlung" et création de paires électron-positron à partir d'un photon.
- Discussion introductive concernant la self-énergie de l'électron et la polarisation du vide. Moment magnétique anormal. Le "Lamb shift" de l'atome d'hydrogène.

OBJECTIVE

To provide an elementary approach of the relativistic quantum theory of the electrons. Perturbative study of the most important and simplest processes of interaction between relativistic electrons and photons. Introductory discussion concerning radiative corrections in quantum electrodynamics.

CONTENTS**Dirac quantum theory of relativistic electron**

- Dirac equation for the free electron. Discussion of its formal relativistic covariance.
- Observables of the total angular momentum and the helicity.
- Outline of the issues related to the notions of position and spin observables.
- Holes theory of Dirac and interpretation of the solutions of the Dirac equation. The anti-electron or positron.
- Dirac equation with external electromagnetic field. Gauge invariance. Relativistic hydrogen-like atom.
- Foldy-Wouthuysen transformation and the non-relativistic limit of the Dirac equation. Relativistic corrections in atomic physics.

Interaction between relativistic electrons and photons

- Interaction electron-photons in the framework of the holes theory of Dirac.
- General discussion of the perturbative second order approach of the interaction.
- Study of the Compton effect. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- Annihilation of an electron-positron pair into two photons. Determination of the non-polarized differential cross-section.
- External field processes: "Bremsstrahlung" and electron-positron pairs creation from one photon.
- Introductory discussion concerning the electron self-energy and the vacuum polarisation. Anomalous magnetic moment. The Lamb's shift of the hydrogen atom.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices pendant le cours.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique quantique I et II. Electrodynamique. Eléments de relativité restreinte		
<i>Préparation pour:</i>	Théorie quantique des champs. Physique des particules élémentaires.		

<i>Titre:</i> MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE I			<i>Title:</i> ADVANCED QUANTUM MECHANICS I		
<i>Enseignant:</i> Mikhail CHAPOCHNIKOV, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE UNIL	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

Ce cours est à l'intention des personnes qui souhaitent étudier la théorie quantique non relativiste des collisions et qui possèdent déjà les bases de la mécanique quantique.

These lectures are intended for those who want to study the quantum theory of nonrelativistic scattering. The course is designed for students who are already familiar with general principles of quantum mechanics

CONTENU**CONTENTS**

- Mathématiques de la mécanique quantique
- Collisions en mécanique classique et quantique
- Section efficace quantique, matrice S
- Théorème optique
- Principes d'invariance et lois de conservation
- Analyse des ondes partielles
- Propriétés analytiques des amplitudes
- Résonances

- Mathematics of quantum mechanics
- Classical and quantum scattering
- Quantum cross-section and S-matrix
- Optical theorem
- Invariance principles and conservation laws
- Partial wave analysis
- Analytic properties of amplitudes
- Resonances

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Fournies au cours	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique quantique	
<i>Préparation pour:</i> Physique matière condensée, physique théorique, chimie physique	

<i>Titre:</i> MÉCANIQUE QUANTIQUE AVANCÉE II			<i>Title:</i> ADVANCED QUANTUM MECHANICS II		
<i>Enseignant:</i> Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction à la méthode des intégrales de chemin en développant deux aspects :

- La reformulation de la mécanique quantique et le lien avec la mécanique classique.
- Les applications de ces idées à la physique statistique, au problème à N corps et à la théorie quantique des champs.

CONTENU**Introduction aux intégrales de chemin****1. L'intégrale de chemin en mécanique quantique**

- Formule de Trotter et propagateur.
- Application : méthodes semi-classiques.

2. Action euclidienne et temps imaginaire

- Mécanique statistique quantique..
- Mouvement brownien et intégrale de Wiener.

3. Intégrale de chemin et transitions de phase

- Modèle d'Ising et intégrale de chemin.
- Modèle de Landau-Ginsburg et fluctuations gaussiennes.

4. Intégrale de chemin et problème à N corps

- Etats cohérents (bosons).
- Développements perturbatifs.
- Transformation de Hubbard-Stratonovitch.

5. Intégrale de chemin et théorie quantique des champs

- Champ scalaire.
- Théories de jauge.

OBJECTIVE

Introduction to the method of path integrals with emphasis on:

- The reformulation of quantum mechanics and the connection with classical mechanics.
- Applications of these ideas to statistical physics, to the many-body problem and to quantum field theory.

CONTENTS**Introduction to path integrals****1. Path integrals in quantum mechanics**

- Trotter's formula and propagator.
- Application: semi-classical methods.

2. Euclidian action and imaginary time

- Statistical quantum mechanics.
- Brownian motion and Wiener's integral.

3. Path integrals and phase transitions

- Ising model and path integral.
- Landau-Ginsburg model and Gaussian fluctuations.

4. Path integrals and the many-body problem

- Coherent states (bosons).
- Perturbative developments.
- Hubbard-Stratonovitch transformation.

5. Path integrals and quantum field theory

- Scalar field.
- Gauge theories.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique quantique		
<i>Préparation pour:</i>	Physique de la matière condensée, physique théorique, chimie-physique		

<i>Titre:</i> MÉTHODES EXPÉRIMENTALES EN PHYSIQUE I, II		<i>Title</i> EXPERIMENTAL METHODS IN PHYSICS I, II			
<i>Enseignant:</i> Philippe A. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/SPH, Jean-Marc BONARD, Jean-Daniel GANIERE, Chargés de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>STS</i>	<i>Heures totales:56/56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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 ?, mise en oeuvre...

CONTENU

- **Acoustique et élasticité** : production et détection d'ondes acoustiques, éléments d'acoustique technique.
- **Electricité** : mesures de champ, des propriétés para, dia, ferro.
- **Magnétisme** : mesures de champ, des propriétés de para, dia et ferro, production de champ (bobines supra,...)
- **Thermique** : mesure et régulation de la température, cryostat.
- **Radiométrie et photométrie** : unités, théorème de la brillance, la vision et la mesure des couleurs.
- **Optique** : éléments optiques (modulateurs, polariseurs, lentilles...). Spectromètres, monochromateurs... Les photodétecteurs (PM, photodiodes, CCD, Streak camera...)
- **Les sources de lumière** : lasers, lampes à décharge et à incandescence, synchrotron...
- **Les microscopies** : électronique, à effet tunnel, à force atomique, optique confocale et en champ proche...
- **Le traitement du signal** : le bruit, les amplificateurs lock-in, le comptage de photon, les box cars.
- **Les méthodes de caractérisation structurale** : RX, diffraction des électrons, des neutrons, ...
- **Les méthodes de caractérisation chimique et électronique** : spectroscopie des photoélectrons, spectroscopie en rétrodiffusion Rutherford, spectroscopie de masse d'ions secondaires, spectroscopie Auger, sources et détecteurs...

OBJECTIVE

To understand the experimental methods used presently in research and development in physics. Develop a comprehension in other fields in order to be able to start collaborations; what can be gained using an experimental technique ?, nature of the samples ?, sensitivity?, limitations?, how to work it out...

CONTENTS

- **Acoustic and Elasticity**: production and detection of acoustic waves, elements of technical acoustics.
- **Electricity** : measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro).
- **Magnetism**: measurement of fields and of material properties (para, dia and ferro). Production of fields
- **Refrigeration** : measurement and regulation of temperature, cryostat.
- **Radiometry and photometry**: units, colour, measurements.
- **Optics**: optical elements (modulators, polarisers, lenses...). Spectrometer, monochromator... Photo detectors (PM, photo diodes, CCD, Streak camera...)
- **Light sources**: lasers, discharge lamps, incandescence lamps, synchrotron...
- **Microscopy**: electronic, scanning tunneling, atomic force, scanning near field optical and confocal techniques...
- **Signal treatment**: noise, lock-in amplifiers, photon counting, box cars.
- **Structural characterization**: RX, neutron and electron diffraction, ...
- **Chemical and electronic characterization**: photoelectron spectroscopy, Rutherford backscattering spectroscopy, secondary ion mass spectroscopy, Auger spectroscopy, sources and detectors...

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposés ex cathedra, lecture et discussion de travaux de recherche récents.	NOMBRE DE CREDITS	4 / 4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés du cours et de certains travaux de recherche récents.	SESSION D'EXAMEN	Printemps (7 ^{ème}) Eté (8 ^{ème})
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours de base des années précédentes		
<i>Préparation pour:</i>	Activité professionnelle		

<i>Titre:</i> MODÈLES NUCLÉAIRES			<i>Title:</i> NUCLEAR MODELS		
<i>Enseignant:</i> Olivier SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description du noyau atomique. Introduire les modèles de structure couramment utilisés.

CONTENU

Rappel des propriétés générales du noyau atomique.
 Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.
 Le moment cinétique et les rotations. Spin 1/2. Théorème de Wigner-Eckart.
 Le système de deux nucléons, états liés, le deuton, la force tensorielle. Système de A nucléons. Modèles de structure : modèle en couches et modèles collectifs.

OBJECTIVE

Present the basic notions needed for the elaboration of a description of the atomic nucleus. Introduce the main nuclear models.

CONTENTS

General properties of the atomic nucleus.
 Movement of a particle in a central potential. Bound states.
 Rotations and angular momentum. Spin 1/2. Wigner-Eckart theorem.
 Two nucleons system, bound states, the deuteron, the tensor force. The A nucleons system. Shell model and collective models.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Réactions nucléaires et plasma de quarks et gluons	FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique nucléaire et corpusculaire I Physique quantique I et II		
<i>Préparation pour:</i>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3ème cycle.		

<i>Titre:</i> OPTIQUE II			<i>Title:</i> OPTICS II		
<i>Enseignant:</i> Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

CONTENU**1. Théorie électromagnétique de la lumière**

- 1.1 *Cohérence spatiale et temporelle*
- 1.2 *Cohérence partielle et mutuelle*
- 1.3 *Interférométrie à corrélation*

2. Propagation de la lumière

- 2.1 *Quantification du champs électromagnétique*
- 2.2 *Statistique de photons*
- 2.3 *Détection de photons*

3. Polarisation

- 3.1 *Transitions optiques*
- 3.2 *Emission spontanée et stimulée*
- 3.3 *Relations d'Einstein*

4. Interférence et Diffraction

- 4.1 *Amplification de la lumière*
- 4.2 *Résonateurs optiques*
- 4.3 *Caractéristiques des lasers*

OBJECTIVE

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

CONTENTS**1. Coherence Theory**

- 1.1 *Spatial and temporal coherence*
- 1.2 *Partial and mutual coherence*
- 1.3 *Correlation interferometry*

2. Photon Optics

- 2.1 *Electromagnetic field quantization*
- 2.2 *Photon statistics*
- 2.3 *Photon detection*

3. Generation of Light

- 3.1 *Optical transitions*
- 3.2 *Spontaneous and stimulated emission*
- 3.3 *Einstein's relations*

4. Lasers

- 4.1 *Amplification of light*
- 4.2 *Optical resonators*
- 4.3 *Laser characteristics*

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, exercices pendant le cours	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	- J. Hecht, Optics, - A. Yariv "Quantum Electronics" J. Wiley and sons - R. Loudon, "The Quantum Theory of Light", Clarendon Press - J. W. Goodman, "Statistical Optics", J. Wiley and sons	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Optique I		
<i>Préparation pour:</i>	Optique III		

<i>Titre:</i> OPTIQUE III			<i>Title:</i> OPTICS III		
<i>Enseignant:</i> Eli KAPON, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Cette série de trois cours semestriels présente les concepts de base de l'optique classique et moderne. Les étudiants acquièrent des outils pour comprendre et analyser les phénomènes optiques et pour pouvoir concevoir des systèmes optiques divers.

OBJECTIVE

This three-semester course series presents the basic concepts of classical and modern optics. It provides the students with tools for understanding and analyzing optical phenomena and designing various optical systems.

CONTENU**1. Optique de Fourier**

- 1.1 *Transformation de Fourier*
- 1.2 *Application à la propagation de la lumière*
- 1.3 *Formation des images*

2. Guides d'ondes

- 2.1 *Guides d'onde planaires et à canaux*
- 2.2 *Fibres optiques*
- 2.3 *Dispositifs à base de guides d'ondes*

3. Cristaux photoniques et microcavités

- 3.1 *Structures périodiques*
- 3.2 *Microcavités optiques*
- 3.3 *Impact sur l'interaction matière-lumière*

4. Optique Nonlinéaire

- 4.1 *Susceptibilités optiques nonlinéaires*
- 4.2 *Propagation dans les milieux nonlinéaires*
- 4.3 *Applications d'optique nonlinéaire*

CONTENTS**1. Fourier Optics**

- 1.1 *Fourier Transforms*
- 1.2 *Application to light propagation*
- 1.3 *Image formation*

2. Optical Waveguiding

- 2.1 *Slab and channel waveguides*
- 2.2 *Optical fibers*
- 2.3 *Waveguide devices*

3. Photonic Crystals and Microcavities

- 3.1 *Periodic structures*
- 3.2 *Optical microcavities*
- 3.3 *Impact on light-matter interaction*

4. Nonlinear Optics

- 4.1 *Nonlinear optical susceptibilities*
- 4.2 *Wave propagation in nonlinear media*
- 4.3 *Some applications of nonlinear optics*

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, exercices pendant le cours	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	- B. Saleh and M Teich, "Fundamentals of Photonics". - J.W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", McGraw Hill - Y.R. Shen, "The Principles of Nonlinear Optics", J. Wiley and sons. - A. Yariv, "Quantum Electronics" J. Wiley and sons	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Optique II		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> OPTIQUE QUANTIQUE			<i>Title:</i> QUANTUM OPTICS		
<i>Enseignant:</i> Marc-André DUPERTUIS, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner les bases de la description de l'interaction entre matière et lumière, en soulignant les aspects quantiques quand ils sont importants. Introduction aux outils théoriques essentiels et à quelques problématiques modernes (dynamique des semiconducteurs excités, effets mécaniques, calcul quantique).

CONTENU

- 1. Introduction à l'optique quantique**
D'Einstein à nos jours : une perspective historique
- 2. Champs classiques et champs quantiques**
Revue de quantification du champ de rayonnement. Seconde quantification des fermions.
- 3. Interaction lumière-matière: Résonances optiques et non-linéarités optiques, Le laser**
Dynamique de l'interaction entre champ et atome. Équations de Bloch optiques. Classification des non-linéarités optiques. Equations du laser.
- 4. Bruit classique et bruit quantique, Théorie de la détection**
Fonctions de corrélations du champ de rayonnement et cohérence. Théorie quantique de la détection.
- 5. Introduction aux effets à N corps dans les semiconducteurs. Les microcavités.**
Équations de Bloch pour les semiconducteurs. Excitons. Termes « incohérents ». Microcavités et polaritons.
- 6. Effets mécaniques dans l'interaction lumière-matière**
Pression de radiation. Refroidissement d'atomes par laser. Condensation de Bose.
- 7. Utilisation moderne d'aspects purement quantiques**
Etats comprimés. Cryptographie quantique, Téléportation quantique, Ordinateurs quantiques.

OBJECTIVE

To give the basics of the interaction between matter and the radiation field, with emphasis on quantum aspects when needed. Introduction to essential theoretical tools and to a few modern problems (dynamics in optically excited semiconductors, mechanical effects, quantum computing).

CONTENTS

- 1. Introduction to quantum optics**
From Einstein to our days : a historical perspective.
- 2. Classical and quantum fields**
Review of radiation field quantization. Second quantization of fermions.
- 3. Laser-matter interaction : Optical resonance and optical non-linearities, The laser**
Dynamics of the light-matter interaction. Optical Bloch equations. Classification of optical non-linearities. The laser equations.
- 4. Classical and quantum noise, Photodetection theory**
Correlation functions of the radiation field and coherence. Quantum theory of photodetection.
- 5. Introduction to many-body effects in semiconductors. Microcavities.**
Semiconductor Bloch equations. Excitons. « Incoherent » relaxation terms. Microcavities and polaritons.
- 6. Mechanical effects in the light-matter interaction**
Radiation pressure. Atom laser cooling. Bose condensation.
- 7. Modern use of some purely quantum aspects**
Squeezed states. Quantum cryptography, Quantum teleportation, Quantum computers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II		<i>Title:</i> ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS PHYSICS I, II			
<i>Enseignant:</i> Aurelio BAY, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:42/42</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2 / 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1 / 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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.
DéTECTEURS, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique.
Les particules en 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.

QED :

Introduction. Les règles de Feynman. Les facteurs de forme.

Partons et quarks :

Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron au LEP, 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 mésons et des baryons, SU(N) saveur. Quarkonium. La couleur.

Théories de jauge et le Modèle Standard :

Invariance de jauge globale et locale. Théories de Yang et Mills. La brisure spontanée de symétrie. La théorie Electro-Faible: SU(2)xU(1). Le Higgs. Les GUTs, la Grande Unification.

OBJECTIVE

Introduction to experimental and phenomenological aspects of Particle Physics.

CONTENTS**Introduction:**

The Standard Model, a step toward the Grand Unification.
Particle detection, accelerators, natural radioactivity, cosmic rays. Particle physics and Astrophysics and Cosmology.
Relativity, equations of Klein-Gordon and Dirac.

Properties of particles:

Mass, charge, lifetime, spin, magnetic moment,...

Symmetries and conservation laws:

Invariance under space translation and rotation, parity, time reversal and charge conjugation. Violation of parity and CP, CPT Theorem. Isospin.

QED:

Introduction to QED. The Feynman rules. The form factors.

Partons and quarks:

Deep inelastic scattering. Annihilation e^+e^- at LEP, jets and strings.

Weak Interaction:

Fermi's V-A theories. Pion and muon decays. Cabibbo's theory. The W and Z bosons and their observation at the CERN collider.

Model of quarks and QCD:

SU(3) flavour, mesonic and baryonic structure. SU(N). Quarkonium. The Colour.

Gauge Theories and the Standard Model:

Global and local gauge invariance. Yang and Mills theories. Spontaneous symmetry breaking. Electro-weak theory SU(2)xU(1), the Higgs mechanism. GUTs, the Grand Unification.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	3 / 3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Printemps (7 ^{ème}) / Eté (8 ^{ème})
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II Physique quantique I et II		
<i>Préparation pour:</i>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation ; Introduction au cours de 3ème cycle		

<i>Titre:</i> PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS I		<i>Title:</i> NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS I			
<i>Enseignant:</i> Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

Give to the student the necessary tools to understand non-linear and chaotic phenomena. Illustrate the concepts by many examples from mechanics, fluid flows, chemistry, ecological models, electrical and laser systems.

CONTENU

- Exemples de systèmes non-linéaires en :**
Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.
- Équations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Solutions périodiques et leur stabilité.**
- Bifurcations, noeud-col, sous-harmonique, de Hopf. Hystérèse.**
- Vers le chaos :**
 - Route sous-harmonique. Groupe de renormalisation et universalité
 - Route quasi-périodique
 - Intermittence

CONTENTS

- Examples of non-linear systems :**
Mechanics, astronomy, fluid dynamics, chemical reactions, ecology,
- Differential equations and mappings. Equilibrium points and their stability. Periodic solutions and their stability.**
- Bifurcations. Saddle-node, sub-harmonic, Hopf bifurcation. Hysteresis.**
- Roads to chaos :**
 - Period doubling. Renormalisation group and universality
 - Quasi-periodic scenario
 - Intermittent scenario.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Mécanique, dynamique des fluides	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Mathématiques du 1er cycle. Mécanique		
<i>Préparation pour:</i>	Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire		

<i>Titre:</i> PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS II		<i>Title:</i> NON-LINEAR PHENOMENA AND CHAOS II			
<i>Enseignant:</i> Hervé KUNZ, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Caractériser les systèmes chaotiques, les objets fractals et les systèmes complexes. Illustrer les pr dans des systèmes mécaniques classiques et quantiques, par l'exemple des billards.

OBJECTIVE

Characterise chaotic systems, fractal and multifractal objects. Illustrate the problems of complex dynamics in classical and quantum mechanical systems, by the examples of billiards.

CONTENU

- 1. Diagnostics de chaos**
Spectre de puissance, fonctions de corrélations, exposants de Liapunov
- 2. Attracteurs étranges**
Géométrie des ensembles fractals. Multifractales. Approches expérimentales. Analyse des signaux.
- 3. Théorie ergodique**
Mesure invariante. Systèmes mélangeants. Entropie.
- 4. Exemples d'application**
(tente, fer à cheval de Smale)
- 5. Billards classiques et théorie de KAM**
- 6. Chaos quantique**

CONTENTS

- 1. Diagnosis of chaos**
Power spectrum. Correlation functions. Liapunov exponents
- 2. Strange attractors and fractal objects**
Geometry of fractal sets. Multifractals. Experimental methods to analyse chaotic signals.
- 3. Elements of ergodic theory**
Invariant measure. Mixing systems. Entropy.
- 4. Examples of chaotic maps**
The tent map and Smale horseshoe
- 5. Classical billiards and KAM theory**
- 6. The problem of quantum chaos**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Le cours du 7e semestre		
<i>Préparation pour:</i>	Travail interdisciplinaire		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DE LA DIFFRACTION ET FORMATION DES IMAGES EN MICROSCOPIE		<i>Title:</i>			
<i>Enseignant:</i> Pierre STADELMANN, Professeur titulaire EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Après avoir suivi ce cours, l'étudiant sera capable d'appliquer les principes de la physique de la diffraction et de la formation des images à l'interprétation des micrographies. Il sera également capable de définir précisément les limitations du transfert de l'information dues aux aberrations de l'optique des microscopes. Finalement, il aura acquis quelques outils mathématiques utilisés dans le traitement des images.

OBJECTIVE

After following this course, the student will be able to apply the principles of diffraction physics and image formation to the interpretation of experimental micrographs. He will also be able to define precisely the limitations of information transfer set by the microscope aberrations. Finally, he will have acquired some of the mathematical tools used in image processing

CONTENU

Optique de Gauss, lentilles minces et aberrations
Transformation de Fourier en 2 dimensions
Cohérence et interférence.
Théorie scalaire de la diffraction et optique de Fourier.
Approximations de Fresnel et de Fraunhofer
Diffraction par des objets périodiques.
Transfert de l'information en conditions d'illumination cohérente, partiellement cohérente ou incohérente.
Contraste de phase.
Holographie
Analyse d'image : filtrage spatial.
Applications : microscopie électronique, microscopie à force atomique et à effet tunnel, microscopie confocale

CONTENTS

Gaussian optics, thin lenses and aberrations
Fourier transform in 2 dimensions
Coherence and interference.
Scalar diffraction theory and Fourier optics.
Fresnel and Fraunhofer approximations
Diffraction gratings.
Transfer function under coherent, partially coherent or incoherent illumination
Phase contrast.
Holography.
Image processing: spatial filtering.
Applications: transmission electron microscopy, atomic force and scanning tunneling microscopy, confocal microscopy

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Lectures et démonstrations	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	P. Goodman « Introduction to Fourier Optics », G.R. Fowles "Introduction to Modern Optics"	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Microscopie électronique	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	TP en microscopie électronique		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I			<i>Title:</i> THE PHYSICS OF REAL MATERIALS I		
<i>Enseignant:</i> Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU**1. Mise en forme des matériaux**

Métaux, céramiques, polymères. Solidification. Diffusion. Frittage. Transformations de phase, avec / sans diffusion.

2. Déformation plastique et dislocations

Phénoménologie. Déformation de monocristaux, loi de Schmid. Equation de transport. Théorie élastique: champs de contraintes et de déformations. Tension de ligne. Force de Peach et Koehler. Interactions entre dislocations. Création et 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. Durcissement structural. Activation thermique de la déformation plastique. Phénomènes de relaxation et spectroscopie mécanique. Matériaux à fort amortissement.

4. Coeur des dislocations

Dislocations partielles de Schockley et fautes d'empilement. Mécanismes de dissociation. Dislocations de Lomer et de Lomer-Cottrell.

5. Mécanique de la rupture

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

OBJECTIVE

Introduction to the physical processes (microscopic mechanisms), which control the mechanical properties and behavior of materials. To show the importance of structural defects in the material quality.

CONTENTS**1. Material processing**

Metals, ceramics, polymers. Solidification, Diffusion. Sintering. Phase transformations, with / without diffusion.

2. Plastic deformation and dislocations

Phenomenology of plastic deformation. Deformation of single crystals, Schmid's law. Transport equation. Elastic theory: stress and strain fields. Line tension. Peach and Koehler force. Interactions between dislocations. Creation and annihilation of dislocations. Recrystallization.

3. Dislocation dynamics

Friction forces due to phonons, to the lattice (Peierls force), to point defects. Motion equation of a dislocation loop. Structural hardening. Thermal activation of plastic deformation. Relaxation phenomena and mechanical spectroscopy. High damping materials.

4. Dislocation core

Schockley's partial dislocations and stacking faults. Dissociation mechanisms. Dislocations of Lomer and Lomer-Cottrell type.

5. Rupture mechanics

Brittle and ductile rupture. Griffith's theory for brittle materials. Toughness. Definitions of K_{IC} , G_{IC} , J -integral. Mechanisms controlling toughness.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Oral avec exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	J. Bénard et al., "Métallurgie générale", Masson Cie (1984), Porter D.A. and Easterling K.E., "Phase transformations in metals and alloys", Chapman and Hall, (1997). Hull D., "Introduction to dislocations", Butterworth-Heinemann, (1998).	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Physique des Matériaux II		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES MATÉRIAUX II		<i>Title:</i> THE PHYSICS OF REAL MATERIALS II			
<i>Enseignant:</i> Nadine BALUC, Chargée de cours EPFL/SPH Robert SCHALLER, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels : aciers, quasicristaux, polymères, céramiques,....
Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

OBJECTIVE

Studies of the structure and mechanical properties of real solids : steels, quasicrystals, polymers, ceramics,...
Defects and more generally atomic and molecular disorders have a great influence on the behaviour of these materials.

CONTENU

- Métaux et alliages intermétalliques :** métaux purs, alliages intermétalliques, aciers, superalliages.
- Matériaux à structure particulière :** quasicristaux, verres métalliques, gels, cristaux liquides.
- Matériaux à propriétés particulières :** alliages à mémoire de forme, transformation martensitique.
- Céramiques :** Propriétés physiques et mécaniques des céramiques cristallines et des verres, défauts ponctuels dans les oxydes, relaxation diélectrique et anélastique.
- Polymères :** structure des polymères, mobilité moléculaire, relaxation structurale, transition vitreuse, plasticité.
- Matériaux composites :** types de composites, propriétés physiques et mécaniques, approche d'Eshelby, relaxation des contraintes d'interface.

CONTENTS

- Metals and intermetallic alloys:** pure metals, intermetallic alloys, steels, superalloys
- Materials with a peculiar structure:** quasicrystals, metallic glasses, gels, liquid crystals.
- Materials with peculiar properties:** shape memory alloys, martensitic transformation.
- Ceramics:** physical and mechanical properties of crystalline ceramics and glasses, point defects in oxides, dielectric and anelastic relaxations.
- Polymers :** structure of polymers, molecular mobility, structural relaxation, glass transition, plasticity.
- Composites materials :** types of composites, physical and mechanical properties, Eshelby approach, interface stress relaxation

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Oral avec exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983), New Horizons in Quasicrystals : Research and Applications, World Scientific (1997), W. Kingery, Introduction to ceramics, John Wiley & Sons (1976), M. Taya and R. J. Arsenault, Metal matrix composites, Pergamon Press (1989)	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique des matériaux I	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES PLASMAS II			<i>Title:</i> PLASMA PHYSICS II		
<i>Enseignant:</i> Ambrogio FASOLI, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Compléter l'introduction à la physique des plasmas donnée en 3^{ème} année en élaborant les bases des phénomènes collisionnels et de transport, les phénomènes collectifs et les ondes dans un plasma à l'aide de la théorie fluide et cinétique, et l'interaction onde-particule, avec exemples d'application dans les plasmas de laboratoire, d'intérêt pour la fusion contrôlée et astrophysiques.

CONTENU**I Phénomènes collisionnels et de relaxation**

- Collisions inélastiques : ionisation et recombinaison, degré de ionisation
- Collisions élastiques : collisions coulombiennes
- Isotropisation et thermalisation
- Résistivité et phénomène de 'run-away'

II Transport dans les plasmas

- Parcours aléatoire et diffusion
- Diffusion ambipolaire et à travers le champ B
- Confinement d'énergie et particules

III Les ondes dans un plasma magnétisé froid

- Le tenseur diélectrique
- Résonances et 'cut-offs'
- Propagation parallèle et perpendiculaire au champ

IV Interaction onde-particule et description cinétique des ondes dans un plasma non-magnétisé chaud

- Le modèle Vlasov-Maxwell
- Interaction résonnante onde-particule et amortissement de Landau
- Critère de stabilité et instabilités de faisceau
- Ondes et instabilités de Langmuir, ioniques-acoustique
- Exemples d'effets non-linéaires

V Les ondes dans un plasma magnétisé chaud**OBJECTIVE**

To complete the introduction to plasma physics, covering collisional and transport phenomena, collective phenomena and waves, including in hot and magnetized plasmas, using fluid and kinetic theory, and wave-particle interaction. Examples of applications from different plasmas, such as those of interest in laboratory studies and controlled fusion, and in astrophysics, will be discussed.

CONTENTS**I Collisional and relaxation phenomena**

- Inelastic collisions : ionization and recombination, degree of ionization
- Elastic collisions: Coulomb collisions
- Isotropisation and thermalisation
- Plasma resistivity and the runaway regime

II Transport in plasmas

- Random walk and diffusion
- Ambipolar and cross-field diffusion
- Energy and particle confinement

III Waves in cold magnetized plasma

- Dielectric tensor
- Resonances and cut-offs
- Parallel and perpendicular propagation

IV Wave-particle interaction and kinetic description of waves in hot un-magnetized plasmas

- The Vlasov-Maxwell model
- Resonant wave-particle interaction and Landau damping
- Stability criteria and streaming instabilities
- Langmuir and ion-acoustic waves and instabilities
- Examples of nonlinear effects

V Waves in hot magnetized plasmas

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées, ouvrages recommandés.	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Électrodynamique, Physique des plasmas I.		
<i>Préparation pour:</i>	Physique des plasmas III		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES PLASMAS III			<i>Title:</i> PLASMA PHYSICS III		
<i>Enseignant:</i> Jonathan B. LISTER, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Etudier quelques plasmas réels dans l'espace et dans l'industrie. 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 I Le plasma dans l'espace**

Quelques notions des plasmas dans notre système solaire.

II Les plasmas industriels

Surviv des propriétés des plasmas qui sont couramment utilisés dans l'industrie.

III Principes de la fusion contrôlée

Physique nucléaire, types de confinement, bilan énergétique

IV Confinement inertiel

Temps de confinement, gain d'énergie, compression de la cible

V Confinement magnétique

Rappel des principes et problèmes du confinement magnétique

VI Le tokamak

Son fonctionnement, l'ensemble des expériences en opération, les caractéristiques expérimentales types, les techniques de mesure. Les limites expérimentales et théoriques de son opération (confinement, courant, densité, pression). Chauffage par faisceaux de neutres, cyclotron électronique, résonance hybride inférieure, cyclotronique ionique, ondes Alfvén.

VII Le futur

La conception des réacteurs basés sur le tokamak, les problèmes technologiques et scientifiques à résoudre

OBJECTIVE

Study some real plasmas in space and in industry. Develop a global view of the physics and technology problems associated with controlled thermonuclear fusion. Study in depth of the Tokamak, currently the most advanced concept.

CONTENTS**I Interplanetary plasmas**

Notions of plasmas in our solar system.

II Industrial plasmas

Properties of plasmas which are of importance in industrial processes.

III Controlled fusion principles

Underlying nuclear physics, confinement schemes, energy balance

IV Inertial confinement

Confinement time, energy gain, target compression

V Magnetic confinement

Principles and difficulties of magnetic confinement

VI The tokamak

Construction and operation, present-day experiments, typical properties and measurement techniques Experimental and theoretical limits on confinement, plasma current, density and kinetic pressure. Heating by neutral beams, ECRH, ICRH, LHRH, Alfvén waves.

VII The future

Tokamak reactor concepts and problems to be solved. ITER

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées, références à la littérature	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS I			<i>Title:</i> PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS I		
<i>Enseignant:</i> Wolf-Dieter SCHNEIDER, Professeur EPFL/SPH René MONOT, Professeur titulaire EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

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 introduites.

OBJECTIVE

The lecture provides a comprehensive description of physical and chemical phenomena occurring at surfaces and interfaces of solids. The student will be introduced to the modern experimental techniques of surface science.

CONTENU**1. Introduction****2. Méthodes expérimentales**

- vide et ultra haut vide
- spectroscopie électronique
- spectroscopie vibrationnelle
- diffraction : électrons, RX, atomes
- microscopie à champ proche

3. Structure géométrique et dynamique des surfaces**4. Changements de phase à 2 dim.****5. Propriétés électroniques****6. Chimisorption et catalyse hétérogène****7. Croissance épitaxiale, auto-assemblage****CONTENTS****1. Introduction****2. Experimental methods**

- vacuum and ultra high vacuum
- electron spectroscopy
- vibrational spectroscopy
- X-ray, electron, and atom diffraction
- scanning probe microscopies

3. Structure and dynamics of surfaces**4. Phase transitions in two dimensions****5. Electronic properties****6. Chemisorption and heterogeneous catalysis****7. Epitaxial growth and self-organization**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec visites de laboratoires	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	D.P. Woodruff, T.A. Delchar : Modern Techniques of Surface Science, 2 ^e Edition (Cambridge Univ. Press, Cambr. 1994) A. Zangwill : Physics at surfaces; H. Lüth : Surfaces and interfaces of solids; G. Somorjai : Chemistry in two dimensions	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique du solide		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS II		<i>Title:</i> PHYSICS OF SURFACES, INTERFACES AND CLUSTERS II			
<i>Enseignant:</i> Wolfgang HARBICH, Privat-docent EPFL/PH Klaus KERN, Professeur EPFL/PH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE UNIL.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

I Partie : Concepts de base et méthodes expérimentales en science des agrégats. Propriétés physiques et chimiques des agrégats étant intermédiaire entre atomes isolés et cristallins solides.

II Partie : Sujets en science et technologie à l'échelle nanométrique. Phénomènes d'auto-organisation dans deux dimensions. Concepts pour la fabrication de nanostructures et leur emploi potentiel.

OBJECTIVE

Part I : Basic concepts and experimental methods in cluster science. Physical and chemical properties of clusters as the intermediates between single atoms and bulk crystals.

Part II : Topics in nanoscale science and technology. Self-assembly phenomena in two dimensions. Strategies for the fabrication of nanostructures and their potential use.

CONTENU

- Configuration géométrique et électronique de clusters à liaisons van der Waals, métallique et covalente
- Propriétés physiques et chimiques des agrégats
- Etude des agrégats aux surfaces
- Auto-organisation moléculaire et architectures supramoléculaire aux surfaces
- Fullerenes (i.e., C₆₀ etc) et nanotubes de carbon
- Croissance auto-organisée des nanostructures
- Nanocristaux
- Propriétés fonctionnelles des matériaux à l'échelle nanométrique

CONTENTS

- Geometric and electronic configuration of van der Waals, metallic and covalently bound clusters
- Physical and chemical properties of clusters
- Study of clusters at surfaces
- Molecular self-assembly and supramolecular architectures at surfaces
- Fullerenes (i.e., C₆₀ etc) and carbon nanotubes
- Self-organized growth of nanostructures at surfaces
- Nanocrystals
- Functional properties of nanoscale materials

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et séminaires présentés par les étudiants dans le cadre des exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	H. Haberland, "Clusters of atoms and molecules I et II", http://www.nanoscience.ch/	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES I			<i>Title:</i> ENERGY SYSTEMS PHYSICS I		
<i>Enseignant:</i> Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH, Daniel FAVRAT, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Cette combinaison des cours (I et II) s'adresse aux étudiants ingénieurs physiciens intéressés par les questions énergétiques. Dans le cours I, une place importante est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, un accent particulier est mis sur les installations thermiques pour la conversion d'énergie primaire en électricité, ainsi que sur les centrales nucléaires.

CONTENU**1. Introduction générale**

Besoins élémentaires en énergie de l'être humain et de la société / Demande et offre d'énergie, tendances globales.

2. Bases thermodynamiques

Définitions /1^e et 2^e principes de la thermodynamique / Bilans énergétiques et exergétiques / Rendements et efficacités / Cycles thermodynamiques

3. Installations thermiques

Centrales à vapeur / Turbines à gaz / Cycles combinés / Filières de conversion directe (piles à combustible, magnétohydrodynamique) / Cogénération / Pompes à chaleur

4. Centrales nucléaires

Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Thermohydraulique du cœur / Variations et contrôle de réactivité / Filières de réacteurs / Considérations du cycle de combustible et systèmes avancés correspondants (surgénérateur, systèmes couplés avec accélérateurs)

OBJECTIVE

This combination of courses (I and II) addresses physics students interested in energy-related issues. In course I, importance is given to thermodynamics considerations. At the technological level, thermal installations for the conversion of primary energy to electricity receive particular attention, as do also nuclear power plants.

CONTENTS**1. General introduction**

Basic human and societal energy needs / Energy demand and supply, global trends

2. Thermodynamics principles

Definitions /1st and 2nd laws of thermodynamics / Energy and exergy balances / Yields and efficiencies / Thermodynamic cycles

3. Thermal installations

Steam power plants / Gas turbines / Combined cycles / Direct energy conversion systems (fuel cells, magnetohydrodynamics) / Cogeneration / Heat pumps

4. Nuclear power plants

Nuclear reactor components / Brief review of reactor physics / Thermalhydraulics of the core / Reactivity changes and control / Principle types of nuclear power plants / Fuel cycle considerations and corresponding advanced systems (fast breeders, accelerator driven systems).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, séminaires, exercices.	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés + ouvrages recommandés	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Physique des systèmes énergétiques II		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES II			<i>Title:</i> ENERGY SYSTEMS PHYSICS II		
<i>Enseignant:</i> Rakesh CHAWLA, Professeur EPFL/SPH, Pierre-André HALDI, Chargé de cours EPFL/SGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 42</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Ce deuxième cours est complémentaire au premier. L'accent est mis particulièrement aux énergies renouvelables pour la production d'électricité, aux réserves et ressources énergétiques, ainsi que aux impacts environnementaux et risques sanitaires associés à la production d'énergie. Importance est donnée aussi aux aspects de sécurité et à l'analyse comparative des différents systèmes énergétiques..

CONTENU**1. Énergies renouvelables**

Bases d'hydraulique énergétique / Machines hydrauliques et aménagements hydroélectriques / Énergie solaire / Centrales héliothermiques et photovoltaïques / Énergie éolienne, aérogénérateurs / Biomasse / Autres énergies renouvelables (géothermie, mer, etc.)

2. Réserves et ressources énergétiques

Définitions / Énergies fossiles / Énergie nucléaire / Énergies renouvelables.

3. Impacts environnementaux et risques sanitaires

Caractéristiques de l'environnement naturel / Émissions de polluants (SO₂, NO_x, métaux lourds, etc.) / Émissions des gaz à effet de serre / Émissions radioactives (effets biologiques des rayonnements, radioprotection, déchets nucléaires).

4. Aspects de sécurité

Considérations génériques (évaluation et gestion des risques) / Sécurité des systèmes de conversion d'énergie (thermique, hydraulique et autres renouvelables) / Sécurité nucléaire (accidents de réactivité et de perte du caloporteur, systèmes à sécurité inhérente).

5. Analyse comparative des systèmes énergétiques

Énergie et développement durable, critères et scénarios de production

OBJECTIVE

The second course is complementary to the first. It lays particular emphasis on renewable energy resources for electricity generation, on available energy reserves, as well as on the environmental impact and health risks associated with energy production. Importance is also given to safety aspects and the comparative analysis of alternative energy systems.

CONTENTS**1. Renewable energy resources**

Principles of hydraulic energy conversion /Hydraulic machines and hydroelectric installations / Solar energy / Solar-thermal and photovoltaic power plants / Wind energy, wind turbines / Biomass / Other renewables (geothermic, ocean, etc.).

2. Energy reserves

Definitions / Fossil energies / Nuclear energy / Renewables.

3. Environmental impact and health risks

Natural environmental characteristics / Emission of pollutants (SO₂, NO_x, heavy metals, etc.) / Emission of greenhouse gases / Radioactive releases (biological effects of radiation, radiation protection, nuclear wastes).

4. Safety aspects

Generic considerations (risk assessment and management) / Safety of energy conversion systems (thermal, hydraulic and other renewables) / Nuclear safety (reactivity initiated accidents and loss of coolant, inherently safe systems).

5. Comparative analysis of energy systems

Energy and sustainable development, criteria and scenarios for production

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, séminaire, exercices	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié + ouvrages recommandés.	SESSION D'EXAMEN	Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique des systèmes énergétiques I		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE I		<i>Title:</i> ADVANCED SOLID STATE PHYSICS I			
<i>Enseignant:</i> Frédéric MILA, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présentation des outils de base (fonctions de réponse, seconde quantification) pour la description des solides, et premières applications (magnétisme, constante diélectrique, instabilités électroniques).

OBJECTIVE

Presentation of basic methods for the description of solids (response functions, second quantisation) and initial applications (magnetism, dielectric constant, electronic instabilities).

CONTENU**1. Introduction**

- Rappel de théorie des bandes.
- Notions d'isolants de Mott.
- Particules indiscernables et seconde quantification.

2. Magnétisme

- Magnétisme atomique.
- Modèle de Heisenberg et ondes de spin.

3. Fonctions de réponse

- Théorie de la réponse linéaire.
- Exemples : fonction diélectrique, conductivité, susceptibilité magnétique.

4. Interaction électron-électron : métaux simples

- Hartree-Fock, RPA, plasmons.
- Instabilités.

CONTENTS**1. Introduction**

- Revision of band theory.
- Introduction to Mott insulators.
- Indistinguishable particles and second quantisation.

2. Magnetism

- Atomic magnetism.
- Heisenberg model and spin waves.

3. Response functions

- Theory of linear response.
- Examples : dielectric function, conductivity, magnetic susceptibility.

4. Electron-electron interaction: simple metals

- Hartree-Fock, RPA, plasmons.
- Instabilities.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	C. Kittel, Théorie Quantique du Solide. O Madelung, Introduction to Solid State Theory. Notes de cours.	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique quantique de 3e année et Physique des matériaux solides de 3e année		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II		<i>Title:</i> ADVANCED STATISTICAL PHYSICS II			
<i>Enseignant:</i> Vincenzo SAVONA, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le but de ce cours est d'introduire les méthodes de base pour le traitement des systèmes hors de l'équilibre thermodynamique, en particulier des phénomènes de transport. Les formalismes seront illustrés par des applications au problème de la conduction électronique dans les solides, qui sera développée selon un schéma historique, à partir de la théorie de Drude jusqu'aux effets d'interférence quantique et à la théorie d'Anderson.

CONTENU**1. Introduction**

- Rappel de la théorie semiclassical de Drude-Sommerfeld de la conductivité électrique
- Limites de la théorie semi classique

2. Equation de Boltzmann

- Formulation générale et dérivation
- Extension aux statistiques quantiques
- Application à la conductivité : extension du modèle semi classique

3. Théorie de la réponse linéaire

- Formulation générale et dérivation
- Causalité et relations de Kramers-Kronig
- Expression microscopique en termes d'un Hamiltonien
- Equation de Kubo
- Modèle microscopique de la conductivité : equation de Kubo-Greenwood

4. Modèle de Anderson

- Effets d'interférence quantique : localisation dans un potentiel désordonné
- Le « seuil de mobilité » et la transition métal-isolant
- La théorie d'échelle de la conductivité

OBJECTIVE

This course aims at providing the basic tools for the theoretical description of systems out of the thermodynamic equilibrium, particularly the transport phenomena. The derivation of the different formalisms will be followed by applications to the problem of electronic conduction in solids, following an historical path starting with Drude theory up to quantum-interference effects and the Anderson theory..

CONTENTS**1. Introduction**

- Reminder of the Drude-Sommerfeld semiclassical theory of electrical conductivity
- Limitations of the semiclassical description

2. Boltzmann equation

- General formulation and derivation
- Extension to quantum statistics
- Application to the conductivity: extension of the semiclassical model

3. Linear response theory

- General formulation and derivation
- Causality and Kramers-Kronig relations
- Microscopic expression in terms of a Hamiltonian
- Kubo equation
- Microscopic model of conductivity: Kubo-Greenwood equation

4. Anderson model

- Quantum-interference effects: localization in a disordered potential
- The "mobility edge" and the metal-insulator transition
- The scaling theory of conductivity

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Fournie au cours	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique statistique de 3e année	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE I		<i>Title:</i> ADVANCED STATISTICAL PHYSICS I			
<i>Enseignant:</i> Paolo DE LOS RIOS, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

OBJECTIVE

Introduction to non equilibrium Statistical Mechanics. Stochastic processes, relaxation and fluctuations. Transport and linear response.

CONTENU

I. Présentation de diverses approches à la description des phénomènes irréversibles :

- marches aléatoires
- mouvement brownien
- équations de Langevin
- processus markovien et gaussien
- équation de Fokker-Plank
- équations maîtresses

Application à des situations physiques diverses.

II. Croissance des surfaces

CONTENTS

I. Various approaches to the description of irreversible phenomena:

- Random walks
- Brownian motion
- Langevin equations
- Markovian and Gaussian processes
- Fokker-Plank equation
- Master equations

Physical applications.

II. Surface growth

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:		SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Un cours de physique du solide avancé	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Eléments de théorie des probabilités et de mécanique statistique		
<i>Préparation pour:</i>	Physique de la matière condensée; Physique théorique; Problèmes interdisciplinaires		

<i>Titre:</i> PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II		<i>Title:</i> ADVANCED STATISTICAL PHYSICS II			
<i>Enseignant:</i> Vincenzo SAVONA, Professeur assistant EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Le but de ce cours est d'introduire les méthodes de base pour le traitement des systèmes hors de l'équilibre thermodynamique, en particulier des phénomènes de transport. Les formalismes seront illustrés par des applications au problème de la conduction électronique dans les solides, qui sera développée selon un schéma historique, à partir de la théorie de Drude jusqu'aux effets d'interférence quantique et à la théorie d'Anderson.

CONTENU**1. Introduction**

- Rappel de la théorie semiclassical de Drude-Sommerfeld de la conductivité électrique
- Limites de la théorie semi classique

2. Equation de Boltzmann

- Formulation générale et dérivation
- Extension aux statistiques quantiques
- Application à la conductivité : extension du modèle semi classique

3. Théorie de la réponse linéaire

- Formulation générale et dérivation
- Causalité et relations de Kramers-Kronig
- Expression microscopique en termes d'un Hamiltonien
- Equation de Kubo
- Modèle microscopique de la conductivité : equation de Kubo-Greenwood

4. Modèle de Anderson

- Effets d'interférence quantique : localisation dans un potentiel désordonné
- Le « seuil de mobilité » et la transition métal-isolant
- La théorie d'échelle de la conductivité

OBJECTIVE

This course aims at providing the basic tools for the theoretical description of systems out of the thermodynamic equilibrium, particularly the transport phenomena. The derivation of the different formalisms will be followed by applications to the problem of electronic conduction in solids, following an historical path starting with Drude theory up to quantum-interference effects and the Anderson theory..

CONTENTS**1. Introduction**

- Reminder of the Drude-Sommerfeld semiclassical theory of electrical conductivity
- Limitations of the semiclassical description

2. Boltzmann equation

- General formulation and derivation
- Extension to quantum statistics
- Application to the conductivity: extension of the semiclassical model

3. Linear response theory

- General formulation and derivation
- Causality and Kramers-Kronig relations
- Microscopic expression in terms of a Hamiltonian
- Kubo equation
- Microscopic model of conductivity: Kubo-Greenwood equation

4. Anderson model

- Quantum-interference effects: localization in a disordered potential
- The "mobility edge" and the metal-insulator transition
- The scaling theory of conductivity

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe.	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Fournie au cours	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique statistique de 3e année		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> RÉACTION NUCLÉAIRES ET COLLISIONS D'IONS RELATIVISTES			<i>Title:</i> NUCLEAR REACTIONS AND RELATIVISTIC ION COLLISIONS		
<i>Enseignant:</i> Aurélio BAY, Professeur EPFL/SPH, Christian MOREL, Chargé de cours EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter les notions de base nécessaires à l'élaboration d'une description des réactions nucléaires. Introduire les modèles de réaction couramment utilisés. Introduire le concept d'un nouveau état de la matière : le plasma de quarks et gluons.

CONTENU

Modèle des réactions. La polarisation. La capture pionique. Résonances et noyau composé, le modèle optique, les réactions directes.

Le plasma de quarks et gluons. Implications en Astrophysique et Cosmologie.

Production par collision d'ions. Signatures du plasma.

OBJECTIVE

Introduction of the notions for the description of nuclear reactions.

Introduction to the concept of a new matter state: the quark and gluon plasma.

CONTENTS

Nuclear reaction models. The polarisation. Pionic capture. Resonances and the compound nucleus, the optical model, the direct reactions.

Plasma of quark and gluons. Implication in Astrophysics and Cosmology.

Production by heavy ion collisions. Signatures of the plasma.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra et exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Modèles nucléaires	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique nucléaire et corpusculaire I Physique quantique I, II		
<i>Préparation pour:</i>	Méthodes et concepts sont à large spectre d'utilisation. Introduction au cours de 3ème cycle		

<i>Titre:</i> RELATIVITÉ ET COSMOLOGIE I, II		<i>Title:</i> RELATIVITY AND COSMOLOGY I, II			
<i>Enseignant:</i> Christian GRUBER, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:56/56</i>
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS**OBJECTIVE**

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

To introduce the students to Einstein's theory of general relativity and to discuss some applications.

CONTENU**CONTENTS****Relativité restreinte :**

Transformations de Lorentz; tenseur énergie-impulsion; thermodynamique; systèmes de particules; électrodynamique; fluide parfait.

Special relativity:

Lorentz transformations; energy-momentum tensor; thermodynamics; particle dynamics; electrodynamics; perfect fluid.

Relativité générale :

Principe d'équivalence; effet gravito-optique. Analyse tensorielle. Effets de la gravitation. Equations d'Einstein; solution extérieure et intérieure de Schwarzschild; tests classiques de la théorie d'Einstein; trous noirs; ondes gravitationnelles. Champ de gravitation dépendant du temps.

General relativity:

Equivalence principle; gravitational redshift. Tensor analysis. Physics in curved space-time. Einstein's equations and Schwarzschild solution; the classical tests of Einstein's theory; black holes; gravitational collapse; gravitational radiations.

Cosmologie :

Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

Cosmology:

Steady state cosmology; evolutive cosmology; the standard model.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et exercices.	NOMBRE DE CREDITS	4 / 4
BIBLIOGRAPHIE:	Weinberg : Gravitation and Cosmology D'Iverno : Introducing Einstein's relativity Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Printemps (7 ^{ème}) Eté (8 ^{ème})
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Physique générale	FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Formation correspondant au 2e propédeutique de physique		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> RÉSEAUX DE NEURONES ET MODÉLISATION BIOLOGIQUE			<i>Title:</i> NEURAL NETWORKS AND BIOLOGICAL MODELING		
<i>Enseignant:</i> Wulfram GERSTNER, Professeur EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	6/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
ELECTRICITÉ	6/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les réseaux de neurones sont une classe de modèles de traitement d'information inspirée par la biologie du cerveau. Ce domaine interdisciplinaire a attiré beaucoup d'intérêt parmi des mathématiciens, physiciens, informaticiens, et biologistes. Le cours introduit les réseaux de neurones artificiels comme modèle du système nerveux. Il couvre la modélisation d'un neurone isolé, les groupes de neurones ainsi que les phénomènes d'apprentissage et d'adaptation.

CONTENU

1. Introduction (le cerveau comparé à l'ordinateur; les neurones; le problème de codage)
- I. Modèles de neurones isolés**
2. Modèles ioniques (modèle de Hodgkin et Huxley)
3. Modèles en 2 dimensions (modèle de Fitzhugh-Nagumo, analyse en espace de phase)
4. Modèles impulsionnels d'un neurone (modèle "integrate-and-fire, spike response model")
5. Bruit et variabilité dans des modèles impulsionnels (processus ponctuel, renewal process, résonance stochast.)
- II. Neurones connectés**
6. Groupes de neurones (activité d'une population, état asynchrone, oscillations)
7. Transmission des signaux par des populations (linéarisation de la dynamique, analyse signal et bruit)
8. Oscillations
9. Réseaux spatiaux continus
- III. Synapses et la base d'apprentissage**
10. La règle de Hebb (Long-term-potential et formul math.)
11. Analyse en composantes principales (apprentissage non-supervisé, règle de Oja)
12. Applications au système visuel et auditif (développement des champs récepteurs, localisation des sources sonores)
13. La mémoire associative (le modèle de Hopfield, relation au modèle de ferromagnétisme)

OBJECTIVE

Neural networks are a fascinating interdisciplinary field where physicists, biologists, and computer scientists work together in order to better understand the information processing in biology (visual system, auditory system, associative memory). In this course, mathematical models of biological neural networks are presented and analyzed.

CONTENTS

1. Introduction (brain vs computer; neurons and neuronal connections; the problem of neural coding)
- I. Models of single neurons**
2. Models on the level of ion current (Hodgkin-Huxley model)
3. Two-dimensional models and phase space analysis (Fitzhugh-Nagumo and Morris LeCar model)
4. Spiking neurons (integrate-and-fire and spike response model)
5. Noise and variability (point processes, renewal process, stochastic resonance)
- II. Networks**
6. Population dynamics (cortical organisation, population activity, asynchronous states)
7. Signal transmission by populations of neurons (linearized equations, signal transfer function)
8. Oscillations
9. Continuous field models
- III Synapses and learning**
10. The Hebb rule and correlation based learning (long-term potentiation, spike-based and rate-based learning)
11. Principal Component Analysis (unsupervised learning, Oja's rule, normalization)
12. Applications: Visual and Auditory System (development of receptive fields, sound source localization).
13. Associative memory (Hopfield model; relation to ferromagnetic systems)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Dayan & Abbott : Theoretical Neuroscience, MIT Press 2001 ; Gerstner & Kistler : Spiking Neuronmodels, Cambridge Univ. Press	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES I			<i>Title:</i> COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS I		
<i>Enseignant:</i> Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Variables aléatoires** : définitions et propriétés, générateurs et fonctions de distribution, théorème de la limite centrale
- **Marche au hasard** : distributions binomiale et normale, diffusion de particules, mouvement brownien
- **Agrégation limitée par diffusion** : description du modèle, dimension fractale, rupture diélectrique
- **Intégration par la méthode de Monte Carlo** : méthode élémentaire, échantillonnage suivant l'importance, algorithme de Metropolis
- **Minimisation de fonctions à plusieurs variables** : méthode du gradient à descente maximale, méthode du gradient conjugué
- **Simulations Monte Carlo** : expérimentations utilisant la méthode variationnelle, transformation en un problème de diffusion, application à des systèmes quantiques simples
- **Exemples d'expérimentation numérique en mécanique statistique**

OBJECTIVE

To provide the student with basic methods of the computer simulation of physical systems.

CONTENTS

- **Random variables**: definitions and properties, generators and distribution functions, central-limit theorem.
- **Random walks**: binomial and gaussian distributions, particle diffusion, Brownian motion
- **Diffusion-limited aggregation**: description of the model, fractal dimension, dielectric breakdown
- **Monte Carlo integration**: direct sampling, importance sampling, Metropolis algorithm
- **Minimization in multidimensions**: steepest-descent and conjugate-gradient methods
- **Monte Carlo simulations**: variational and diffusion Monte Carlo methods, application to simple quantum systems
- **Examples of computer simulations in statistical mechanics**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra.	NOMBRE DE CREDITS 3
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique quantique, Physique statistique.	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II			<i>Title:</i> COMPUTER SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS II		
<i>Enseignant:</i> Alfredo PASQUARELLO, Professeur EPFL/SPH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
PHYSIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Equations différentielles ordinaires :** algorithmes d'intégration numérique, algorithme de Verlet, procédés prédicteur-correcteur.
- **Dynamique moléculaire classique:** algorithmes symplectiques, détermination de quantités macroscopiques, méthode du recuit simulé, thermostat de Nosé-Hoover, contraintes, sommations d'Ewald, applications.
- **Problèmes avec conditions au bord et aux valeurs propres :** méthode d'intégration de Numerov, solution de l'équation de Poisson radiale et de l'équation de Schrödinger unidimensionnelle.
- **Théorie de la fonctionnelle de densité :** théorème de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximation de la densité locale.
- **Calculs à partir de principes premiers :** solutions autocohérentes pour atomes isolés ; solutions autocohérentes pour systèmes périodiques, bases d'ondes planes, pseudopotentiels, transformé de Fourier rapide ; applications aux atomes, clusters, solides, réaction chimiques.
- **Dynamique moléculaire ab-initio :** méthode de Car-Parrinello et applications.

OBJECTIVE

To provide the student with basic methods of computational condensed-matter physics.

CONTENTS

- **Ordinary differential equations:** numerical integration algorithms, Verlet algorithm, predictor-corrector methods.
- **Classical molecular dynamics:** symplectic algorithms, determination of macroscopic parameters, simulated annealing, Nosé-Hoover thermostat, constraints, Ewald summations, applications.
- **Boundary and eigenvalue problems:** Numerov's integration algorithm, solution of the radial Poisson equation and of the one-dimensional Schrödinger equation.
- **Density-functional theory:** Hohenberg-Kohn theorem, Kohn-Sham equations, local-density approximation.
- **First-principles calculations:** selfconsistent solutions for isolated atoms; selfconsistent solution for periodic systems, plane-wave basis sets, pseudopotentials, fast Fourier transforms; applications to atoms, clusters, solids, surfaces, chemical reactions.
- **Ab initio molecular dynamics:** Car-Parrinello method and applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra.	NOMBRE DE CREDITS 3
BIBLIOGRAPHIE: Polycopié	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE : Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Physique quantique	
<i>Préparation pour:</i>	

EPFL - SECTION DE PHYSIQUE

CATALOGUE DES COURS

OPTIONS AUTRES FACULTÉS

2003/2004

Titre: INSTABILITÉ ET TURBULENCE			Title: INSTABILITY AND TURBULENCE		
Enseignant: Emmanuel LERICHE, Chargé de cours EPFL/SGM					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GÉNIE MÉCANIQUE.	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

OBJECTIFS

Développer la compréhension des phénomènes complexes de déstabilisation d'écoulements laminaires, de transition et d'écoulements turbulents. Le cours et les projets seront axés sur les applications choisies parmi les domaines suivants :

CONTENU**I. Stabilité des écoulements :**

Principes de la théorie de stabilité des écoulements laminaires: méthodes des petites perturbations, formulation mathématique, problème aux valeurs propres, équation de Orr-Sommerfeld. Applications aux couches limites sur une plaque plane: ondes de Tollmien, résultats expérimentaux. Effets du gradient de pression. Effet de l'aspiration sur la couche limite. Effets dus au transfert de chaleur et à la compressibilité. Perturbations tridimensionnelles. Transition laminaire-turbulent des écoulements : dans une conduite, couche limite. Influence de la rugosité sur la transition.

II. Modélisation de la turbulence :

Echelles de turbulence et la cascade d'énergie de Kolmogorov. Décomposition de Reynolds d'écoulements turbulents : champ moyen et fluctuant, contraintes turbulentes, couches limites turbulentes. Modèle de la longueur de mélange. Profil logarithmique de vitesse. Modèle à une équation. Modèle à deux équations : k- ϵ linéaire et non-linéaire. Simulation des grandes échelles. Discussion de cas tests.

OBJECTIVE

Developing an understanding of the complex phenomena leading to the destabilization of laminar flows, transition and turbulent flows. The course and the projects will address topics chosen among the following list :

CONTENTS**I. Flow stability:**

Principles of laminar flow stability theory: method of the small perturbations, mathematical formulation, the eigenvalue problem. Orr-Sommerfeld equation. Application to the boundary layer on a flat plate : Tollmien's waves, experimental results. Effects of the pressure gradient. Effect of boundary layer suction. Effects due to heat transfer and compressibility. Three-dimensional perturbations. Laminar turbulent transition of laminar flow: flow in a conduit, boundary layer. Influence of roughness on the transition.

II. Modelling of turbulence:

Turbulence scales and Kolmogorov's energy cascade. Reynolds decomposition of turbulent flows : mean and fluctuating field, turbulent stresses, turbulent boundary layers. The mixing length model. Logarithmic velocity profile. One-equation model. Two-equations models: linear and non-linear k- ϵ Large eddy simulation. Discussion of test cases

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées. Littérature courante	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Mécanique des Fluides, Thermodynamique, Transfert de chaleur et de masse	FORME DU CONTROLE:	Examen oral
Préalable requis:	Mécanique des fluides incompressibles		
Préparation pour:			

<i>Titre:</i> MÉCANIQUE DES FLUIDES COMPRESSIBLES		<i>Title:</i> COMPRESSIBLE-FLUID DYNAMICS			
<i>Enseignant:</i> Alain DROTZ, Chargé de cours EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
GÉNIE MÉCANIQUE.	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Etre capable d'appliquer les lois fondamentales aux problèmes des écoulements compressibles

CONTENU

- **Equation d'énergie (avec rappel de thermodynamique)**
Cas particulier et cas général. Formes différentielles et formes intégrales. Ecoulement idéal et adiabatique. Ecoulements compressibles.
- **Ecoulement monodimensionnel, stationnaire et idéal :**
Vitesse du son. Constante de l'équation d'énergie. Onde de choc normal. Tuyère Laval. Mesures de pression et de vitesse dans un écoulement supersonique.
- **Equations de base d'un écoulement bi-tridimensionnel, idéal et stationnaire :** Equations générales de la dynamique des gaz. Ecoulement irrotationnel. Ecoulement rotationnel.
- **Théorie des faibles perturbations :** Equations de perturbation pour un écoulement parallèle et homogène. Ecoulement subsonique et supersonique. Profils subsonique et supersonique. Coefficients de portance et de traînée.
- **Ondes dans un écoulement supersonique :** Onde de choc oblique. Expansion et compression isentropiques : expansion autour d'un dièdre, lignes de courant dans une expansion continue.
- **Caractéristiques dans un écoulement bidimensionnel :** Transformations des équations de base. Méthode de calcul des caractéristiques. Exemples : écoulement supersonique dans une conduite bidimensionnelle. Onde de choc dans un écoulement supersonique bidimensionnel. Approximations pour de petites déviations.

OBJECTIVE

To be able to apply the fundamental laws to the problems of compressible flows.

CONTENTS

- **Equation of energy (with review of thermodynamics):**
Particular case and general case. Integral and differential forms. Ideal and adiabatic flows. Compressible flows.
- **Stationary and ideal one-dimensional flow :** Sonic speed. Constant of the equation of energy. Normal shock wave. Laval's nozzle. Pressure measurement in a supersonic flow.
- **Basic equations of an perfect and stationary two- and three-dimensional flow:** General equations of gas dynamics. Irrotational flow. Rotational flow.
- **Theory of the weak perturbations :** Linearized description of potential flow for a parallel and homogeneous flow. Sub- and supersonic flows. Subsonic and supersonic profiles. Pressure, lift and drag coefficients.
- **Waves in a supersonic flow :** Oblique shock wave. Isentropic expansion and compression. Examples: expansion around a corner, streamlines in a continuous expansion.
- **Characteristics in a two-dimensional flow :** Transformations of the basic equations. Method of calculation of the characteristics. Example: supersonic flow in a two-dimensional conduct. Shock wave in a two-dimensional supersonic flow. Approximation for weak deviations.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra + exercices WEB + laboratoires WEB	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Dynamique des fluides, I.L. Ryming, PPUR, WEB	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique des fluides incompressibles; Thermodynamique.		
<i>Préparation pour:</i>	Cours et projets de 4 ^{ème} année		

Titre: MÉCANIQUE DES SOLIDES			Title: SOLID MECHANICS		
Enseignant: Alain CURNIER, Professeur EPFL/SGM					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 56
GÉNIE MÉCANIQUE.	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

OBJECTIFS

Etendre des petites aux grandes transformations les principes généraux de la cinématique, de la dynamique et de l'énergétique qui régissent le mouvement des corps solides continus déformables et les lois catégorielles de l'élasticité, de la viscosité et de la plasticité qui décrivent le comportement des matériaux solides déformables.

CONTENU**1. Principes généraux de la mécanique des corps solides déformables**

- Cinématique (géométrie) des grandes transformations
- Dynamique (statique) en grandes transformations
- Énergétique (travail) des grandes transformations

2. Lois catégorielles de comportement des matériaux solides déformables

- Introduction aux lois de comportement
- Homogénéité et isotropie
- Élasticité nonlinéaire en grandes déformations
- Viscosité nonlinéaire en grands taux de déformations *
- Plasticité en moyennes déformations *

Les compléments d'algèbre et d'analyse vectorielle et tensorielle nécessaires sont rappelés aux endroits opportuns.

* Simple introduction. Pour un approfondissement, suivre le cours « Viscoélasticité et élastoplasticité »

OBJECTIVE

Extend from small to large transformations the general principles of kinematics, dynamics and energetics which govern the motion of continuum deformable solid bodies and the particular laws of elasticity, viscosity and plasticity which describe the behaviour of deformable solid materials.

CONTENTS**1. General principles of the mechanics of deformable solid bodies**

- Large transformations kinematics (geometry)
- Large transformations dynamics (statics)
- Large transformations energetics (work)

2. Particular laws of the behaviour of deformable solid materials

- Introduction to constitutive laws
- Homogeneity and isotropy
- Nonlinear elasticity at large strain
- Nonlinear viscosity at large strain rates *
- Plasticity at moderate strains *

The necessary complements of vector and tensor algebra and analysis are reviewed where the need arises.

* Mere introduction. For a thorough treatment, take the course « Viscoelasticity and elastoplasticity »

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Cours photocopié	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des milieux continus, Mécanique des structures	
<i>Préparation pour:</i> Mécanique numérique des solides et des structures, Mécanique des matériaux composites, Biomécanique, Viscoélasticité et élastoplasticité	

<i>Titre:</i> TRANSFERT CHALEUR ET MASSE			<i>Title:</i> HEAT AND MASS TRANSFER		
<i>Enseignant:</i> John R. THOME, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 3</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner les bases fondamentales des principes du transfert de chaleur par convection, conduction, radiation et transfert de masse, et les méthodes de dimensionnement des échangeurs thermiques.

OBJECTIVE

Provide a fundamental understanding of the principles of heat transfer due to convection, conduction, radiation and mass transfer, and the principles of thermal design of heat exchangers.

CONTENU

1. Introduction aux modes de transfert de chaleur. Conduction, convection, rayonnement.
2. Conduction thermique stationnaire unidimensionnelle et bidimensionnelle.
3. Conduction thermique transitoire.
4. Convection thermique pour écoulement externe.
5. Convection thermique pour écoulement interne.
6. Convection naturelle.
7. Rayonnement : corps noirs, corps gris, écrans, facteurs des forme et des surfaces, corps colorés rayonnement solaire et infrarouge, effet de serre.
8. Echangeurs de chaleur : Type d'échangeurs de chaleur, efficacité, méthodes de dimensionnement.
9. Transfert de chaleur et changement de phase : Evaporation et condensation.
10. Transfert de masse dans les mélanges binaires.

CONTENTS

1. Introduction, to types of heat transfer. Conduction, radiation, convection..
2. One-dimensional, and two dimensional steady state, conductive heat transfer.
3. Transient conductive heat transfer.
4. Convective heat transfer for external flows.
5. Convective heat transfer for internal flows.
6. Natural convection.
7. Radiation : black bodies, grey bodies, screens, form factors of surfaces, coloured bodies, solar and infra-red radiation, greenhouse effect.
8. Heat exchangers : Types of best heat exchangers, efficiency, thermal design methods.
9. Heat transfer with phase change : Evaporation and Condensation.
10. Mass transfer in binary mixtures.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5 th Edition, Incropera and Dewitt, Wiley and Sons	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Thermodynamique et Energétique	FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Mécanique des fluides incompressibles	Examen oral	
<i>Préparation pour:</i>	Écoulements biphases et transfert de chaleur		

<i>Titre:</i> AÉRO- ET HYDRODYNAMIQUE				<i>Title:</i> AERO- AND HYDRODYNAMICS	
<i>Enseignant:</i> Paul PAPAS, Chargé de cours EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
GÉNIE MÉCANIQUE.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Approfondir les connaissances dans des domaines choisis de la mécanique des fluides.

CONTENU

Le cours est axé sur les applications choisis parmi différents domaines: combustion et sujets sélectionnés dans l'aérodynamique, l'acoustique, et les écoulements à surfaces libres (le choix varie d'année en année en fonction de l'enseignant).

Combustion: Thermodynamique chimique- calcul de la température d'une flamme, caractéristiques explosives des combustibles, flammes prémélangées laminaires, et flammes de diffusion. Les retombées environnementales: Formation des oxides d'azote, réduction de l'ozone stratosphérique, et réchauffement global.

Aérodynamique: Aérodynamique des profils et des ailes - régimes d'écoulement, forme de profils, forces et moments, traînée induite, ailes en flèche. Introduction à la dynamique du vol. Stabilité et contrôle - stabilité statique en tanguage, position du centre de gravité, critères de stabilité, stabilisation en roulis et lacet.

Acoustique: Développement des équations de base linéarisées. Ondes planes dans un milieu infini. Réflexion et transmission - impédance acoustique. Propagation d'ondes dans une conduite - phénomène de «cutoff».

OBJECTIVE

Broaden the knowledge in chosen areas of fluid mechanics.

CONTENTS

The course is devoted to applications chosen among different topics: combustion and subjects selected from aerodynamics, acoustics, and free surface flows (the choice varies from year to year depending on the instructor).

Combustion: Chemical thermodynamics - Flame temperature calculations, explosive characteristics of fuels, laminar premixed flames, diffusion flames. Environmental issues: Formation of nitrogen oxides, stratospheric ozone depletion, and global warming.

Aerodynamics: Aerodynamics of airfoils and wings - flow regimes, airfoil shape, forces and moments, induced drag, wing sweep. Introduction to flight dynamics. Stability and control - static stability in pitch, position of the center of gravity, stability criteria, stabilization in roll and yaw.

Acoustics: Development of the basic linearized equations. Plane waves in an infinite medium. Reflection and transmission - the acoustic impedance. Wave propagation in ducts - the «cutoff» phenomenon.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours et textes selon sujets	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Instabilité et turbulence, mécanique numérique des fluides	FORME DU CONTROLE: Examen oral
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides	
<i>Préparation pour:</i>	

Titre: ÉCOULEMENTS BIPHASIQUES ET TRANSFERT DE CHALEUR		Title: TWO-PHASE FLOWS AND HEAT TRANSFER			
Enseignant: John R. THOME, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 56</i>
GÉNIE MÉCANIQUE.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 4</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Ce cours est une introduction aux régimes d'écoulement biphasé (gaz, liquide et vapeur liquide) et transfert de chaleur avec changement de phase (condensation et évaporation).

OBJECTIVE

The course is an introduction to two-phase flows (gas-liquid and vapor-liquid) and heat transfer with a phase change (condensation and evaporation).

CONTENU

1. Introduction aux régimes d'écoulement biphasé (annulaire, brouillard, à bulle, stratifié, etc...).
2. Cartes de régimes d'écoulement et théorie de transition.
3. Modèle d'écoulement homogène et hétérogène.
4. Condensation en films (Equation de Nusselt, modèles de faisceau de tubes, condensation sur surfaces améliorées).
5. Condensation en écoulement (effet de régimes d'écoulement, différents modèles et méthodes de calcul des écoulements dans des tubes lisses et améliorés).
6. Ébullition en vase (nucléarisation, dynamique des bulles, ébullition nucléée, modèle de flux de chaleur critique, vaporisation en films).
7. Évaporation en écoulement (modèles de transfert de chaleur, méthode de dimensionnement pour l'évaporation à l'intérieur et à l'extérieur des faisceaux des tubes).
8. Transfert de chaleur et de masse combinés en processus de changement de phase (condensation en présence de gaz non-condensable, évaporation de mélanges).

CONTENTS

1. Introduction to Two-Phase Flow Patterns (annular, mist, bubbly, stratified, etc).
2. Two-Phase Flow Pattern Maps and Transition Theory.
3. Homogeneous and Heterogeneous Flow Models.
4. Film Condensation (Nusselt equation, multitube models, condensation on enhanced fin geometries).
5. Convective Condensation (flow pattern effects, various models and methods for plain and internally enhanced channels).
6. Fundamentals of Pool Boiling (Nucleation, bubble dynamics, nucleate boiling, peak heat flux models, film boiling).
7. Convective boiling (heat transfer models and design methods for evaporation inside tubes and outside tube bundles).
8. Combined Heat and Mass Transfer in Phase Change Processes (condensation in presence of non-condensable gas and evaporation of mixtures).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra avec exercices	NOMBRE DE CREDITS 4
BIBLIOGRAPHIE: Cours photocopiés	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Transfert de chaleur et de masse	Examen oral
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> MÉCANIQUE DES FLUIDES NON-NEWTONIENS		<i>Title:</i> NON-NEWTONIAN FLUID MECHANICS			
<i>Enseignant:</i> Robert G. OWENS, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
GÉNIE MÉCANIQUE.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif du cours consiste à présenter à partir de la physique, les étapes nécessaires pour l'établissement de modèles de fluides non newtoniens. Des cas simples sont résolus analytiquement.

CONTENU

- Phénomènes physiques en mécanique des fluides non-newtoniens
- Viscosité ; viscosimètres
- Le fluide newtonien généralisé
- Viscoélasticité linéaire : modèles de Kelvin et de Maxwell
- Fluides du second et troisième ordre. L'équation C.E.F.
- Fonctions viscométriques ; rhéométrie
- Viscosité extensionnelle
- Dérivation des équations de comportement à partir de modèles moléculaires simples : FENE, Oldroyd-B et Rivlin-Sawyers

OBJECTIVE

The objective of the course is the presentation from the physical phenomena of the necessary steps to the elaboration of constitutive equations for non-Newtonian fluids. Simple flows will be solved analytically.

CONTENTS

- Flow phenomena in non-Newtonian fluid mechanics
- Viscosity ; viscometers
- The generalised Newtonian fluid
- Linear viscoelasticity : the Kelvin and Maxwell models
- The second-order fluid, the third-order fluid. The C.E.F. equation.
- Viscometric functions ; rheometry
- Extensional viscosity
- Derivation of constitutive equations from simple molecular models : the FENE, Oldroyd-B and Rivlin-Sawyers constitutive equations

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: R.B. Bird, R.C. Armstrong and O. Hassager : Dynamics of Polymeric Liquids, vol. 1 : Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, New York, 1987 – H.A. Barnes, J.F. Hutton and K. Walters : An Introduction to Rheology, Elsevier, Amsterdam, 1989	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des fluides	écrit (80%) contrôle continu (20%)
<i>Préparation pour:</i>	

Titre: MODÉLISATION ET OPTIMISATION DE SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES		Title: MODELLING AND OPTIMISATION OF ENERGY SYSTEMS			
Enseignant: François MARECHAL, Chargé de cours EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
GÉNIE MÉCANIQUE	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 2</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner à l'étudiant une formation en ingénierie des systèmes énergétiques assistée par ordinateur lui permettant d'aborder les différents problèmes de modélisation et d'optimisation qui se posent lorsque l'on désire analyser ou optimiser les performances des systèmes énergétiques. A la fin du cours, les étudiants auront acquis une méthodologie de résolution des problèmes d'optimisation leur permettant de poser les problèmes, de choisir la méthode de résolution, de les résoudre et d'en exploiter les résultats.

CONTENU

- Définition des concepts de base de la modélisation des systèmes énergétiques : variables d'états, bilans de matière et de chaleur, paramètres de modélisation, spécifications, contraintes d'inégalité, critères et fonction objectif;
- Modélisation des unités d'un système énergétique : vanne, mélangeur, échangeurs de chaleur, turbine, compresseur, combustion, techniques de séparation et de purification,...;
- Modélisation d'un système: flowsheets, analyse des degrés de liberté ;
- Stratégies de résolution : séquentielle ou simultanée, choix de la méthode de résolution
- Méthodologie d'optimisation de performances des procédés industriels: réconciliation des mesures d'un procédé, identification paramétrique et performances, optimisation de l'opération d'un procédé, analyse des investissements, optimisation thermo-économique et environnique (critères environnementaux et de développement durable), prise en compte de la fiabilité, analyse de sensibilité et rapport.

OBJECTIVE

To master the basics of Computer Aided Process Engineering to tackle the problems of energy systems modeling and optimisation to analyse and improve the energy systems performances. The students will acquire a methodology to state the problem, identify the solving procedure, solve the problem and exploit the generated results.

CONTENTS

- Definition of the basic system modelling concepts : state variables, heat and mass balances, simulation parameters, specifications, inequalities, objective functions;
- Energy system equipments modeling : valves, exchangers, turbines, compressors, combustion, separation and purifications,...;
- System models : flowsheets, degrees of freedom;
- Solving procedure : sequential or simultaneous, selection of the solving method;
- Methodology of the process performances optimisation : data reconciliation, parameters and performances identification, process operation optimisation, investment analysis, thermo-economic and environmic optimisation, fiability issues, sensitivity analysis and reporting

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Le cours ex-cathédra (14h) servira de support à la résolution sur ordinateur d'un problème d'optimisation d'un système de production combinée d'un procédé industriel).	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Thermodynamique et énergétique, Energétique I, Transfert de chaleur et de masse, cours de mathématiques de base, Algèbre linéaire, Analyse numérique, Optimisation A et B	Le rapport de résolution du problème sera noté et utilisé comme support pour l'examen oral	
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> VISCOÉLASTICITÉ ET ÉLASTOPLASTICITÉ			<i>Title:</i> VISCOELASTICITY AND ELASTOPLASTICITY		
<i>Enseignant:</i> Alain CURNIER, Professeur EPFL/SGM Milan JIRASEK, chargé de cours EPFL/SCGC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
GÉNIE MÉCANIQUE.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
<i>cours biennal donné</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
<i>en 2004/05</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Élargir ses connaissances en rhéologie des matériaux solides, par l'étude des propriétés de viscosité et plasticité, en complément de l'élasticité de base, pour déboucher sur la viscoélasticité et l'élastoplasticité.

CONTENU1. **Introduction**

- Notion de viscosité et plasticité des matériaux solides, importance dans certaines applications
- Notations. Rappels de rhéologie des matériaux.

2. **Viscoélasticité**

- Phénomènes de fluage, relaxation et déphasage. Modèles viscoélastiques scalaires: parallèle, série et mixte, modèles généralisés à spectre continu, formulations différentielle et fonctionnelle, dissipation visqueuse.
- Lois viscoélastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de viscosité et viscoélasticité linéaire isotrope. Couplages en grandes déformations.
- Problème aux limites, théorème de correspondance.
- Illustrations (traction, torsion, flexion) et applications.

3. **Elastoplasticité**

- Phénomènes de plastification et d'écrouissage. Modèle élastoplastique scalaire série, dissipation plastique. Formulation moderne avec les outils de l'analyse convexe non différentiable.
- Lois élastoplastiques tensorielles, potentiel de dissipation, tenseurs de plasticité et élastoplasticité. Grandes déformations plastiques.
- Problème aux limites incrémental, projection implicite sur le critère de plasticité.
- Illustrations et applications.
- Analyse limite : bornes cinématique et statique.

OBJECTIVE

Broaden one's knowledge in rheology of materials by studying the properties of viscosity and plasticity in complement of elasticity, to arrive at viscoelasticity and elastoplasticity.

CONTENTS1. **Introduction**

- Notion of viscosity and plasticity of solid materials, importance in given applications.
- Notations. Review of material rheology.

2. **Viscoelasticity**

- Creep, relaxation and phase shift. Scalar viscoelastic models: parallel, series and mixed, generalised models with continuous spectrum, differential and integral formulations, viscous dissipation.
- Tensorial viscoelastic laws, dissipation potential, linear isotropic viscosity and viscoelasticity tensors. Couplings due to large strains.
- Boundary value problem, correspondence theorem.
- Illustrations (tension, torsion, bending) and applications.

3. **Elastoplasticity**

- Plasticity, hardening and softening phenomena. Scalar elastoplastic series model, plastic dissipation. Modern formulation with the tools of nonsmooth convex analysis.
- Tensorial elastoplastic laws, dissipation potential, plasticity and elastoplasticity tensors. Large plastic strains.
- Incremental boundary value problem, implicit projection on yield surface.
- Illustrations and applications.
- Limit analysis : upper and lower bound theorems.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours, références	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Mécanique des solides	Examen écrit
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> AUTOMATIQUE I			<i>Title:</i> CONTROL SYSTEMS I		
<i>Enseignant:</i> Roland LONGCHAMP, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE.	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera en outre capable de modéliser les systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur.

OBJECTIVE

The student will know how to analyze and design classical control systems. Moreover, he will be able to model discrete-time systems for the purpose of digital control

CONTENU

- Introduction à l'automatique
- Commande par ordinateur de processus
- Echantillonnage et reconstruction
- Systèmes discrets
- Transformée en z
- Fonction de transfert discrète du système bouclé
- Réponse harmonique

CONTENTS

- Introduction to control systems
- Digital control systems
- Sampling and reconstruction
- Discrete-time systems
- The z-transform
- Closed-loop discrete-time transfer function
- Frequency response

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995	SESSION D'EXAMEN	Été ou automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	* examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Analyse complexe, signaux et systèmes	* couplé avec Automatique II	
<i>Préparation pour:</i>	Automatique II. Identification et commande I, II. Systèmes multivariables I, II.		

<i>Titre:</i> AUTOMATIQUE II			<i>Title:</i> CONTROL SYSTEMS II		
<i>Enseignant:</i> Roland LONGCHAMP, Professeur EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE.	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques. Il sera capable de dimensionner des régulateurs fondés sur la logique floue.

OBJECTIVE

The student will be able to analyze and design digital control systems. He will know how to design fuzzy controllers.

CONTENU

- Stabilité
- Numérisation
- Synthèse discrète
- Commande floue

CONTENTS

- Stability
- Translation of analog design
- Discrete-time design
- Fuzzy control

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Démonstrations et exercices intégrés	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	R. Longchamp, Commande numérique de systèmes dynamiques, PPUR, 1995	SESSION D'EXAMEN	Eté ou automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	* examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I	* couplé avec Automatique I	
<i>Préparation pour:</i>	Identification et commande I, II Systèmes multivariables I, II		

<i>Titre:</i> TRAVAUX PRATIQUES D'AUTOMATIQUE		<i>Title:</i> LABORATORY PROJECTS IN AUTOMATIC CONTROL			
<i>Enseignant:</i> Denis GILLET, MER, EPFL/SGM					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MICROTECHNIQUE.	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

OBJECTIFS

Etude expérimentale du comportement de systèmes dynamiques et de certains concepts de base introduits aux cours d'Automatique I et II. Mise en oeuvre de systèmes de mesure et de commande.

CONTENU

- Introduction à Matlab et Simulink
- Modélisation et commande numérique d'un entraînement électrique
- Modélisation et commande numérique d'un canal aérothermique

OBJECTIVE

Experimental study of dynamic systems and some basic control concepts introduced in the Automatic control course. Implementation of measurement and control solutions.

CONTENTS

- Introduction to Matlab and Simulink
- Modeling & digital control of an electrical drive
- Modeling & digital control of an air-heating system

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Travaux pratiques en laboratoire ou à distance	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Documents polycopiés et électroniques	SESSION D'EXAMEN	Hiver
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	continu
<i>Préalable requis:</i>	Automatique I et II		
<i>Préparation pour:</i>			

Titre: CELLULES SOLAIRES ET « MACRO-ÉLECTRONIQUE »		Title: SOLAR CELLS AND MACRO-ELECTRONICS			
Enseignant: Arvind SHAH, Professeur EPFL/SMT et UNI-NE					
Section (s)	Semestre	Oblig.	Option	Facult.	Heures totales: 28
MICROTECHNIQUE.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Par semaine:
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cours 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exercices
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pratique

OBJECTIFS

- Approfondir les cellules solaires photovoltaïques, leur fonctionnement et leurs applications
- Introduire d'autres applications existantes ou potentielles de la "macro-électronique" basées sur des couches minces semi-conductrices.
- Montrer quelques propriétés physiques fondamentales liées aux semi-conducteurs en couches minces amorphes (et polycristallines).
- Donner une introduction à la déposition de couches minces et aux méthodes assistées par plasma.

CONTENU**Cellules solaires photovoltaïques :**

Principe de fonctionnement, limitations, rendement de conversion, procédés et coûts de fabrication, énergie grise, cellules solaires en couches minces (notamment en silicium amorphe et microcristallin).

Macro-électronique" :Couches minces photoconductrices :

Principes, limitations, application en xérographie (photocopieuses et imprimantes laser).

Autres applications :

des couches minces de silicium : transistors à couches minces, affichages et écrans à cristaux liquides avec matrice active, valves optiques, matrices de photodiodes, détecteurs de rayons X.

Bases physiques :

Structures amorphe et polycristalline; quelques principes des matériaux amorphes : transition vitreuse, désordre structurel et queues de bande, liaisons brisées; absorption optique.

Fabrication de couches minces :

"Physical Vapour Deposition (PVD)" et "Chemical Vapour Deposition" (CVD) avec accent sur les méthodes assistées par plasma; introduction brève aux "plasmas froids"; techniques pour la production industrielle (sputtering, plasma-CVD, attaque sèche) y.c. aspects économiques de la production.

OBJECTIVE

- In-depth study of photovoltaic solar cells, their functioning and their applications
- Introduction of existing and potential applications of "macro-electronics", i.e. of large-area electronics based on semiconductor thin-films.
- Demonstration of certain fundamental physical properties of thin-film semiconductors and especially of amorphous semi-conducteurs
- Introduction to principles of thin-film deposition, with emphasis on plasma-assisted methods.

CONTENTS**Photovoltaic solar cells:**

Principles of operation, limitations, conversion efficiency, fabrication processes, cost and energy payback time, thin-film solar cells (especially with amorphous and microcrystalline silicon).

Large area electronics ("macro-electronics"):Photoconductive thin-films:

Principles and limitations, application in xerography (for photocopiers and laser printers)

Other applications of thin-film silicon:

thin-film transistors (TFT's), liquid crystal displays with active matrix, optical "image amplifiers" (optically addressed spatial light modulators), photodiode arrays, X-ray detectors

Physical Fundamentals:

Amorphous and polycrystalline material structures; some physical concepts pertaining to amorphous materials: glass transition, structural disorder and bandtails, dangling bonds, optical absorption

Fabrication of Thin Films:

Physical Vapour Deposition (PVD) and Chemical Vapour Deposition (CVD), with special emphasis on plasma-assisted methods; elementary introduction to cold plasmas; methods used in Industrial production (sputtering, plasma-CVD, plasma etching) incl. Economical aspects of large-scale production.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra avec quelques exercices en classe et visite(s) de laboratoire(s)	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié « Matériaux électroniques amorphes » (surtout Vol. 2 – « Cellules solaires & Macroélectronique »	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUE I		<i>Title:</i> OPTICAL SYSTEM DESIGN I			
<i>Enseignant:</i> Théo LASSER, Professeur EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE.	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- Cours d'introduction et d'initiation à la modélisation des systèmes d'optiques et d'imageries.
- Les étudiants devront apprendre pas à pas accompagnés d'exemples concrètes, la conception, l'analyse et l'optimisation des systèmes optiques. Cette démarche est renforcée par une initiation à des outils CAD optique.

CONTENU

1. Introduction
Rappel optique paraxiale. Eléments optique et classifications (Lentilles, prismes, miroirs etc.).
Rayon principal etc. Apertures, pupilles etc.
ABCD-algorithm – analyse et simulation de systèmes simples.
2. Ray-tracing
Introduction avec simulation et exercices
3. Chromatisme – Dispersion
Les verres et ses propriétés optiques
4. Aberrations
Définition, classification et importance pour les systèmes optiques (focale, qualité d'images etc.)
Spécifications d'éléments optiques
Normes
5. Qualité d'image - Analyse et optimisation
6. Système optique
Autofocus, microscope, télescopes, couplage fibre optique etc.

OBJECTIVE

- Basics of optical systems. Modeling and designing of optical systems including optical CAD design tools. Introduction to ray tracing based on advanced design tools.
- 'learning by doing' - a step-by-step approach with well-balanced exercises and computer simulations (optical CAD) are proposed.

CONTENTS

1. Introduction
Basic concepts and elements of paraxial optics.
Analysis and simulation of simple systems based on ABCD-algorithm.
2. Ray-tracing including simulation
3. Chromatic aberrations – dispersion
Glass optical material properties
4. Aberrations
Definitions, classification and impact on optical systems (focus, image quality, etc.).
Specifications of optical components
Standards
5. Image quality - Analysis and optimization
6. Optical systems
Autofocus, microscope, telescope, fiber coupling etc

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra, exercices préparés, présentations par les étudiants	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Notes photocopiées accompagnées de références	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Cours d'optique de base		Contrôle continue (exercices) et exposé
<i>Préparation pour:</i>	Conception de systèmes optiques II		

<i>Titre:</i> CONCEPTION DE SYSTÈMES OPTIQUES II		<i>Title:</i> OPTICAL SYSTEM DESIGN II			
<i>Enseignant:</i> Théo LASSER, Professeur EPFL/SMT, Pierre JACQUOT, Professeur EPFL/SEL, Christian DEPEURSINGE, Chargé de cours EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

Microscopie et applications – Méthodes interférométriques de champ - holographie

OBJECTIFS

Enseigner les concepts de base en microscopie en incluant ses variantes multiples avec ses applications en biologie et pour les sciences de la vie.

Attirer l'attention sur l'émergence de méthodes interférométriques de champ s'appliquant à la mesure de forme et de déformation d'objets non polis optiquement.

Regrouper ces méthodes autour des principes de base d'optique.

CONTENU

- Formation d'image (Diffraction, Aberration, MTF etc.)
- Le microscope et ses variantes
- Microscopie confocale
- Fluorescence et microscopie
- Propriétés de cohérence de la lumière et leur utilisation en microscopie : imagerie cohérente.
- Holographie digitale appliquée à la microscopie.
- Observation 3D des cellules et tissus en biologie.
- speckle pattern.
- Interférométrie holographique, speckle et réseau.
- Photographie speckle et corrélation d'image.
- Méthodes de projection de franges.
- Démodulation des signaux interférométriques.
- Etude de cas.

Microscopy and application – Whole-field interferometric methods - Holography

OBJECTIVE

Teaching the basic principles of microscopy including the main variants with a special emphasis on bio- applications.

Making aware of the emergence of a number of whole-field interferometric methods devoted to shape-, roughness-, displacement-, deformation-, ... measurements, applicable to non-optically polished objects.

Grouping these methods together within basic optical principles

CONTENTS

- Image formation (diffraction, aberration, MTF etc.)
- Microscopes and advanced concepts
- Confocal Microscopy
- Fluorescence and microscopy
- Coherence properties of light and their use in microscopy: coherent imaging.
- Digital Holography, application to microscopy.
- 3D observations of cells and biological tissues.
- speckle patterns.
- Holographic, speckle and grating interferometry.
- Speckle photography and image correlation.
- Fringe projection methods.
- Demodulation of interferometric signals.
- Case studies.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra, exercices préparés, présentations par les étudiants	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées accompagnées de références	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Cours d'optique de base		Contrôle continue (exercices) et exposé
<i>Préparation pour:</i>	Forme un tout avec les modules des profs Lasser, Jacquot et Depeursinge		

<i>Titre:</i> MICROÉLECTRONIQUE II			<i>Title:</i> MICROELECTRONICS II		
<i>Enseignant:</i> Radivoje POPOVIC, Professeur EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MICROTECHNIQUE.....	hiver	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'analyser les relations entre la structure des principaux dispositifs microélectroniques, la technologie de fabrication utilisée et leurs caractéristiques externes, ainsi que d'analyser le rôle et le comportement des dispositifs dans un circuit intégré.

CONTENU

Contact métal - semiconducteur et hétérojonctions : Diagramme d'énergie, caractéristique courant - tension, capacité, diode Schottky, contact ohmique.

Transistors à effet de champ : JFET, MESFET, FET à hétérojonction, HEMT, modèles.

Transistor MOS : Faible inversion, miniaturisation, champ électrique élevé, modèles, CMOS.

Transistor MOS : Faible inversion, miniaturisation, champ électrique élevé, modèles, CMOS.

Dispositif passifs et parasites : Résistances, condensateurs, diodes, effets parasites et leur prévention.

Bruit : Bruit thermique, de grenaille, de génération - recombinaison, $1/f$, bruit dans les circuits, détectivité de systèmes sensoriels

Mémoires : Principes de ROM, PROM, EPROM, EEPROM, DRAM, SRAM

Limites technologiques et physiques à la densité d'intégration : Lithographie, isolation des composants, effets du champ électrique élevé, électro-migration, dissipation de chaleur, rendement, fiabilité.

Conception de circuit intégré : Déroulement du projet, layout, règles de design, modélisation et simulation numérique, CAO.

OBJECTIVE

The students will be able to analyze the relationship between the structural properties, fabrication process, and electrical characteristics of the most important microelectronic devices. They will also be able to understand the function and the behaviour of these devices in integrated circuits.

CONTENTS

Metal-Semiconductor Contact, Heterojunction: Energy diagram, current-voltage characteristics, capacitance, Schottky diode, ohmic contact.

Field-effect transistors: JFET, MESFET, heterojunction FET, HEMT, electrical models

MOS transistor: Weak inversion, down scaling, high electric field, electrical models, CMOS.

Bipolar transistor: Low and high current behaviour, breakdown, down scaling, heterojunction bipolar transistor, electrical models.

Passive and parasitic devices: Resistors, capacitors, diodes, parasitic effects and how to avoid them.

Noise: Thermal noise, shot noise, generation-recombination noise, $1/f$ noise, noise in circuits, detectivity of sensing systems.

Memories: Working principles of ROM, PROM, EPROM, DRAM, SRAM

Technological and physical limits to integration density: Lithography, device isolation, high electric field effects, electromigration, heat dissipation, yield, reliability.

Integrated circuit design: Project outline, layout, layout, design rules, numerical modeling and simulation, CAD

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Exposé oral, exercices, séminaires	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées M. Ilegems : « Dispositifs à semi-conducteurs », Polycopié EPFL S.M. Sze « Semiconductor Devices », J. Wiley & Sons, 1985	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Microélectronique I		
<i>Préparation pour:</i>	Microélectronique et microsystèmes, labo		

<i>Titre:</i> OPTOÉLECTRONIQUE			<i>Title:</i> OPTOELECTRONICS		
<i>Enseignant:</i> Andrea FIORE, Professeur assistant EPFLS/PH					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MICROTECHNIQUE	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU**1. Notions de base, Rappels :**

A la fois en optique et en physique des semiconducteurs. Avec des rappels de mécanique quantique.

2. Principes de base de l'effet laser :

Relations d'Einstein, gain, émission stimulée, Oscillation laser, équations de bilan...

3. Lasers à semiconducteurs et diodes électroluminescentes :

DEL, spectre d'émission, puissance, rendement- Laser à hétérojonction, à puits quantique,..

4. Photodétecteurs :

Photoconducteur, photodiode p-n, p-i-n-, à avalanche, fréquence de coupure, bruit...

5. Modulateurs de lumière :

Biréfringence, Electro-absorption, effets Pockels, Kerr, acousto-optique, Stark confiné...

6. Guides optiques - Fibres optiques :

Guides d'onde plans, diélectriques, modes, couplage de la lumière -Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.

7. Systèmes de télécommunication optique :

Fibres optiques, sources, détecteurs- Modulation, multiplexage, systèmes, bilan de liaison.

8. Ecrans et modulateurs de lumière :

Ecrans à cristaux liquides, polarisation, biréfringence, écrans actifs.

OBJECTIVE

Get to know and understand the basics and main applications of optoelectronic devices based on semiconductor materials.

CONTENTS**1. Basics:**

Both in optics and semiconductor physics, some selected topics in quantum mechanics.

2. Basics of laser effect:

Einstein's relations, gain, stimulated emission, laser oscillations, rate equations...

3. Light emitting diodes, semiconductor lasers:

LEDs, emission spectrum, output power, Lasers, DHS, quantum well, GRINSCH...

4. Photodetectors:

Photoconductor, photodiode : p-n, p-i-n-, avalanche, frequency, noise...

5. Light Modulators:

Birefringence, Electro-absorption, Pockels, Kerr, acousto-optic, quantum confined Stark effects...

6. Waveguides, optical fibers:

Planar waveguides, dielectrics, modes, light coupling, Optical fibers, step-gradient index, dispersion...

7. Optical telecommunication systems:

Sources, optical fibers, detectors, modulation, multiplexing, systems, links...

8. Displays and light modulators:

LCDs, Polarization, birefringence, active displays.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours Ex cathedra avec exercices	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié, Photonics, Saleh & Teich, J. Wiley	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE :	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Physique des dispositifs à semiconducteurs, conseillé		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ROBOTS MOBILES			<i>Title:</i> MOBILE ROBOTS		
<i>Enseignant:</i> Roland SIEGWART, Professeur EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
MICROTECHNIQUE.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les systèmes totalement autonomes, et spécialement les robots mobiles autonomes, restent encore un rêve et attirent des milliers de chercheurs.

L'objectif de ce cours est de donner les bases nécessaires au développement de robots mobiles et systèmes autonomes. L'accent est porté sur la locomotion, la perception, la modélisation de l'environnement et la navigation de robots mobiles. En plus des méthodes conventionnelles, des systèmes basés sur des comportements seront présentés. La théorie sera approfondie par des exercices et principalement par l'application sur des robots réels à l'EPFL.

CONTENU

- 1. Introduction :** notations, énoncé des problèmes
- 2. Concepts de Locomotion:** robots à roues, robots à pattes, autres principes de locomotion
- 3. Cinématique de Robots Mobiles**
- 4. Capteurs pour Robots Mobiles:** capteurs, fusion de capteurs, perception, extraction de caractéristiques
- 5. Modélisation de l'Environnement:** types de modèles, représentation de l'incertitude
- 6. Navigation:** Où suis-je? Où vais-je? Par quel moyen? odométrie, dead reckoning, localisation, planification de mission et de trajectoire, évitement d'obstacles, contrôle de position
- 7. Construction de Cartes:** intégration de connaissances, exploration, interprétation de scènes
- 8. Approches Basées Comportements**
- 9. Sécurité, Fiabilité:** supervision de l'action avec incertitudes, traitement d'exceptions, self-diagnostic
- 10. Autres Aspects de Systèmes Autonomes:** source d'énergie, ...
- 11. Applications:** robots mobiles pour l'intérieur et l'extérieur, robots guidés par l'homme, micro robots mobiles, robots spatiaux

OBJECTIVE

Fully autonomous systems, especially autonomous mobile robots, are still a dream, attracting thousands of researchers.

The objective of this course is to provide the basics required to develop autonomous mobile robots and systems. Main emphasis is put on mobile robot locomotion, perception, environment modeling and navigation. In addition to the more conventional approaches, behavior based systems will be presented. Theory will be deepened by exercises and mainly by application to real robots at EPFL.

CONTENTS

- 1. Introduction:** notations, problem statement
- 2. Locomotion Concepts:** wheeled robots, legged robots, other locomotion principles
- 3. Mobile Robots Kinematics**
- 4. Sensors for Mobile Robots:** sensors, sensor fusion, perception, feature extraction
- 5. Environment Modeling:** model types, uncertainty representation
- 6. Navigation:** Where am I? Where am I going? How do I get there? odometry, dead reckoning, localization, mission planning, path planning, obstacle avoidance, position control
- 7. Map Building:** knowledge incorporation, exploration, scene interpretation
- 8. Behavior Based Approaches**
- 9. Safety, Reliability:** action supervision with uncertainties, exception handling, self diagnosis
- 10. Other Aspects of Autonomous Systems:** energy supply, ...
- 11. Applications:** mobile robots for indoor and outdoor environments, human guided robots, mobile micro robots, space robots

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra, exercices, travail sur robots mobiles	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié: 'Autonomous mobile robots and systems'	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ROBOTIQUE-MICROROBOTIQUE I, II		<i>Title:</i> ROBOTICS – MICROROBOTICS I, II			
<i>Enseignant:</i> Hannes BLEULER, Reymond CLAVEL Professeurs EPFL/SMT, Mohamed BOURI, Chargé de cours EPFL/SMT Reymond CLAVEL, Professeur EPFL/SMT, Charles BAUR, Jean-Marc BREGUET, Chargés de cours EPFL/SMT					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42/28
MICROTECHNIQUE.	hiver	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3 / 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Donner les bases de la robotique nécessaires pour une compréhension approfondie de ce domaine. Un accent particulier sera mis sur les aspects robotique industrielle et robotique de haute précision (micro robotique) ; les secteurs robotique de service et robotique médicale sont abordés pour créer des ouvertures vers d'autres secteurs d'application prometteurs.

Les étudiants seront aptes à évaluer les situations pour lesquelles les systèmes robotiques seront avantageusement mis en œuvre ; ils seront capables de définir le cahier des charges et de proposer des solutions originales et de choisir le matériel nécessaire (robots, alimentations, préhenseurs, capteurs, ...). Ils seront capables de concevoir des robots ou micro robots nouveaux pour des applications particulières ou pour des secteurs en devenir ; ils seront aptes à modéliser et à contrôler ces machines. Ces notions permettront à l'étudiant de travailler créativement en robotique.

CONTENU**Introduction**

Définitions, domaines d'application, poids économique

Robots sériels

Robots parallèles et hybrides

Bases théoriques : modélisation et contrôle

Cinématique

Dynamique, contrôle

Composants

Conception mécanique, périphérie

Actionneurs

Capteurs, vision

Commande, programmation

Installations industrielles

Conception d'installations, évaluation des coûts, sécurité

Autres domaines d'applications

Microrobotique, applications médicales

Ouverture sur l'avenir**OBJECTIVE**

To give the basics necessary for a deeper understanding of the field. Emphasis will be on industrial robotics, high precision and micro robotics. Service and medical robotics are introduced as examples of promising new application fields.

The course should enable students to identify the situations where robots can bring in their full advantages, set up a list of specifications and make creative proposals for robotized installations including peripheral equipment such as sensors, end-effectors, power supplies etc.

They should be up to the task of designing new robots or microrobots for specific applications or for emerging fields. They should know how to establish mathematical models and how to design robot controllers.

The topic of the course will enable a student to work creatively in the field of robotics.

CONTENTS**Introduction**

Definitions, application areas, economic aspects

Serial link robots

Parallel link and hybrid robots

Mathematical modeling and control

Kinematics

Dynamics and control

Components

Mechanical design; peripherals

Actuators

Sensors, vision

Control, programming

Industrial robotics

Design of an installation, cost estimation, security

Other application fields

Microrobotics, medical applications

Outlook, future trends

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra + exercices	NOMBRE DE CREDITS	5
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié « Robotique/Microrobotique »	SESSION D'EXAMEN	Automne
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen
<i>Préalable requis:</i>	Composants de la microtechnique, Systèmes vibratoires, Automatique I, II		oral
<i>Préparation pour:</i>	Projets de semestre et de diplôme		

<i>Titre:</i> FILTRES ET FILTRAGE NUMÉRIQUE		<i>Title:</i> DIGITAL FILTERS AND FILTERING			
<i>Enseignant:</i> Pierre VANDERGHEYNST, Professeur EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
ÉLECTRICITÉ.	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

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

CONTENU**Conception de filtres numériques**

Conception de filtres à réponse impulsionnelle finie par fenêtrage ou échantillonnage de la réponse fréquentielle. Conception de filtres à réponse impulsionnelle infinie par transformation de filtres analogiques, transformation bilinéaire.

Prédiction linéaire de signaux

Buts de la prédiction linéaire. Algorithme de Levinson-Durbin. Estimation du prédicteur pour un nombre fini de données. Exemples d'applications.

Analyse spectrale

But de l'analyse spectrale. Eléments d'estimation statistique (distribution de probabilité, biais, variance, intervalle de confiance). Analyse spectrale non-paramétrique (périodogramme simple, lissé). Comparaison des différentes méthodes.

Eléments d'analyse temps-fréquence

But de l'analyse temps-fréquence. Rappels d'analyse de Fourier. Principe d'incertitude. Distribution temps-fréquence. Transformée de Gabor, transformée continue en ondelettes. Fréquence instantanée et algorithmes d'estimation.

OBJECTIVE

This course is devoted to advanced techniques in signal processing. At the end of this course, the students will be able to apply methods such as filter design and filtering, linear prediction and spectral analysis.

CONTENTS**Digital filter design**

Design of finite impulse response filters by using windows or by frequency sampling. Design of infinite impulse response filters by analog-digital transformation, in particular bilinear transformation.

Linear signal prediction

Motivation of linear prediction. Levinson-Durbin algorithm. Predictor estimation for finite length data. Applications.

Spectral analysis

Motivation of spectral analysis. Notions of statistical estimation (probability distribution, bias, variance, confidence interval). Non-parametric spectral analysis (periodogram, smoothed and averaged periodogram). Comparison between the different methods.

Elements of time-frequency analysis

Motivation of time-frequency analysis. Fourier analysis. The uncertainty principle. Time-frequency distributions. Gabor transform, continuous wavelet transform. Instantaneous frequency and estimation algorithms.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Vol. XX traité d'électricité et photocopié distribué au cours.	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement numérique des signaux		
<i>Préparation pour:</i>	Projets de semestre, projets de diplôme et thèses de doctorat		

<i>Titre:</i> HYPERFRÉQUENCES			<i>Title:</i> MICROWAVES		
<i>Enseignant:</i> Anja SKRIVERVIK, Professeure assistante EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
ÉLECTRICITÉ.	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant aura acquis une connaissance des bases des hyperfréquences (300 MHz - 300 GHz). Il connaîtra les principaux générateurs et amplificateurs et les principales techniques de mesure. Il sera en mesure de faire face aux principaux problèmes, et pourra réaliser des circuits simples

CONTENU**Introduction**

Définition des notions de base, applications: radar, télécommunications, satellites, fours microondes, horloges atomiques, effets biologiques.

Générateurs et amplificateurs

Tubes: magnétron, modulation de vitesse, klystron, carcinotron, tube à ondes progressives, gyrotron. Semiconducteurs, diodes de Gunn, diodes à avalanche, transistors bipolaires et à effet de champ. Rendement, facteur de glissement.

Mesure du signal

Ondemètres, compteurs de fréquence, analyseur de spectre, puissance moyenne et de pointe.

Composants

Matrice de répartition, propriétés des circuits: linéarité, dissipation, réciprocité, symétrie, adaptation. Description de composants à 1, 2, 3, 4, 5 et 6 accès. Dispositifs à ferrites: effet gyromagnétique, isolateurs, circulateurs, modulateurs, commutateurs. Semiconducteurs: atténuateurs, modulateurs, commutateurs, limiteurs, insertion de composants.

Mesure des composants

Ligne fendue, réflectométrie, analyseur de réseau vectoriel, affaiblissement et déphasage, TDR. Techniques de calibrage pour compenser les erreurs, épiluchage.

OBJECTIVE

At the end of the course, the student will know the basics of microwaves (300 MHz to 300 GHz). He will know the main sources and amplifiers, as well as the usual measurement techniques. He will be able to face the problems most often encountered and to design simple microwave circuits.

CONTENTS**Introduction**

Definition of the basic notions, applications: radar, communications, satellites, space probes, microwave ovens, atomic clocks, biological effects.

Generators and Amplifiers

Tubes: magnetron, klystron, BWO, TWT, gyrotron. Semiconductors, Gunn and avalanche diodes, bipolar and field effect transistors. Efficiency, pulling factor.

Signal Measurements

Wavemeters, frequency counters, spectrum analyzer, power meters for average and peak power.

Microwave circuits

Introduction to S-parameters. Main properties of circuits: linearity, losslessness, reciprocity, symmetry, reflectionless match. Description of devices with 1, 2, 3, 4, 5 and 6 ports. Ferrite devices: the gyromagnetic effect, isolators, circulators, switches, modulators. Solid-state devices: attenuators, modulators, switches, limiters, component insertion

Device Measurements

Slotted line, reflectometry, vector network analyzer, attenuation and phaseshift, TDR. Calibration for error compensation and deembedding.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec démonstrations et exercices	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	"Hyperfréquences", vol. XIII du Traité d'Électricité Notes additionnelles et corrigés sur serveur informatique	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Electromagnétisme		Contrôle continu obligatoire
<i>Préparation pour:</i>	Hyperfréquences, Travaux pratiques et projets		

<i>Titre:</i> INTRODUCTION AUX TRAITEMENT DES SIGNAUX		<i>Title:</i> INTRODUCTION TO SIGNAL PROCESSING			
<i>Enseignant:</i> Jean-Philippe THIRAN, MER EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
ÉLECTRICITÉ.	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Maîtriser les concepts de base de traitement des signaux comme la corrélation et la convolution. Savoir élaborer la transformée d'un signal. Maîtriser les techniques rapides de calcul et de filtrage linéaire. A la fin du cours, les étudiants seront capables de dominer les méthodes élémentaires du traitement des signaux et de les appliquer à des cas concrets.

CONTENU**Signaux et systèmes**

Signaux analogiques et numériques, signaux pseudo-aléatoires, systèmes linéaires, systèmes linéaires invariants.

Outils de base

Transformation de Fourier, corrélation, convolution, spectres.

Transformée en z

Transformations directe et inverse, propriétés, correspondances et représentations, fonction de transfert.

TFD et filtrage

Discrétisation de la transformation de Fourier, algorithme de calcul rapide, filtres RIF et RII.

OBJECTIVE

Learning basic concepts of signal processing such as correlation and convolution. Understand to transform a signal. Learn fast computation algorithms and linear filtering techniques. At the end of the course, students will be able to master basic signal processing techniques and to apply them to practical problems.

CONTENTS**Signals and systems**

Analog and digital signals, pseudo-random signals, linear systems, linear invariant systems.

Basic tools

Fourier transform, correlation, convolution, spectrum.

The z transform

Direct and inverse transforms, properties, correspondence and representations, transfer function.

The DFT and filtering

The discrete Fourier transform, fast computation algorithm, FIR and IIR filters.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	M. Kunt, Traitement numérique des signaux, Vol. XX du Traité d'électricité, PPUR, 1984	SESSION D'EXAMEN	Hiver
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>	Signaux et systèmes, Traitement d'images, Reconnaissance des formes		

<i>Titre:</i> RAYONNEMENT ET ANTENNES		<i>Title:</i> RADIATION AND ANTENNAS			
<i>Enseignant:</i> Juan MOSIG, Professeur EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
ÉLECTRICITÉ.	hiver	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'analyser un système rayonnant et de prédire ses caractéristiques et celles du rayonnement émis. Il connaîtra aussi les principes gouvernant le rayonnement et la propagation des ondes électromagnétiques et leur interaction avec l'environnement. Il sera à même de choisir une antenne en fonction des contraintes techniques et légales.

CONTENU

1. Propagation libre d'ondes électromagnétiques. Mécanisme de rayonnement et sources élémentaires. Ondes sphériques, cylindriques et planes. Le spectre électromagnétique. Affectation des fréquences.
2. Caractéristiques et paramètres des sources rayonnantes: dia-gramme de rayonnement, impédance, directivité, gain, polarisation, bande passante. Types principaux d'antennes.
3. Rayonnement à travers les fentes. Principe de Huyghens, théorie des ouvertures, antennes à réflecteur et antennes cornet.
4. Faisceaux hertziens et satellites de communication. Techniques de diversité. Effets de l'environnement: mobiles, propagation dans des cellules urbaines, interaction avec les milieux matériaux (télé-détection) et biologiques (hyperthermie).
5. Antennes réseaux, antennes adaptatives et à traitement du signal.
6. Mesures d'antennes et du rayonnement. Impédance, diagramme de rayonnement, gain, polarisation, densité de puissance.

OBJECTIVE

Students will be able to analyze a radiating system and to predict its performances and the characteristics of the radiated fields. They will also know the basic principles underlying the radiation and propagation of electromagnetic waves and their interaction with a material environment. Finally, they will be able to select an antenna according to existing technical and legal constraints.

CONTENTS

1. Free propagation of electromagnetic waves. Radiation mechanism and elementary sources. Spherical, cylindrical and plane waves. The electromagnetic spectrum: frequency allocation.
2. Parameters and characteristics of radiating sources: radiation pattern, impedance, directivity, gain, polarization, bandwidth. Main types of antennas.
3. Radiation through slots. Huyghens' principle, aperture theory, reflector and horn antennas.
4. Hertzian links and communication satellites. Diversity techniques. Environmental effects: mobiles, propagation in urban cells, electromagnetic interaction with material media (remote sensing) and with living tissues (hyperthermia).
5. Arrays, adaptive antennas, signal processing and smart antennas.
6. Antenna and radiation measurements. Impedance, radiation pattern, gain, polarization, power density.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra + démonstrations et exercices	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Notes polycopiées, articles techniques Livre: Balanis, Stutzman	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Electromagnétisme		
<i>Préparation pour:</i>	Propagation, Hyperfréquences, CEM		

<i>Titre:</i> TRAITEMENT DES SIGNAUX MULTIDIMENSIONNELS		<i>Title:</i> MULTIDIMENSIONAL SIGNAL PROCESSING			
<i>Enseignant:</i> Murat KUNT, Professeur EPFL/SEL					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
ÉLECTRICITÉ.	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Maîtriser la généralisation des concepts de base aux cas multidimensionnels, les systèmes d'acquisition et de restitution d'images. Comprendre le fonctionnement des couches primitives de la vision humaine. Savoir élaborer une méthode de traitement multidimensionnel. Maîtriser les techniques principales de compression et de traitement des signaux en réseau. A la fin du cours, les étudiants seront capables de dominer les méthodes élémentaires à des cas concrets.

CONTENU**Signaux et systèmes M-D**

Signaux et systèmes de base, transformation de Fourier, transformation en z, propriétés, fonction de transfert, filtrage linéaire et pré traitement.

Acquisition et restitution d'images et de séquences d'images

Echantillonnage multidimensionnel, quantification, quantification de la couleur, quantification vectorielle, restitution, binarisation.

Système visuel humain

Système nerveux humain, œil, rétine, cortex visuel, modèle du système visuel, effets spéciaux, phénomène de Mach, vision de la couleur, espaces couleurs, vision du mouvement.

Méthodes de traitement M-D, compression

Elaboration de filtres RIF et RII, traitements non linéaires, extraction de contour, classification des méthodes de compression, prédiction, codage par transformation, codage par ondelette, codage par segmentation.

Traitement des signaux en réseau

Systèmes passifs et systèmes actifs, construction de faisceau, formes de réseaux, réseaux particuliers, construction de faisceau dans les fréquences.

OBJECTIVE

Learning how to generalize basic concepts to the multidimensional cases, the image acquisition and display methods and systems. Understand the first layers of the human vision. Learn to design a multidimensional processing method. Learning basic compression techniques and array signal processing. At the end of the course, students will be able to master basic image processing methods and to apply them to practical problems.

CONTENTS**Multidimensional signals and systems**

Basic signals and systems, Fourier transform, z transform, properties, transfer function, linear filtering and preprocessing.

Image and image sequence acquisition and display

Multidimensional sampling, quantization, color quantization vector quantization, reconstruction, dithering.

Human visual system

Human nervous system, eye, retina, visual cortex, modelling the visual system, special effects, Mach phenomenon, color vision, color spaces, motion vision.

Multidimensional signal processing and compression

FIR and IIR multidimensional filter design, nonlinear processing, contour extraction, classification of compression techniques, prediction, transform coding, wavelet-based coding, segmentation-based coding.

Array signal processing

Active and passive systems, beamforming, array patterns, particular arrays, frequency domain beamforming.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exercices en classe	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Vol. XX du Traité d'électricité	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Introduction au traitement des signaux		
<i>Préparation pour:</i>	Projet de semestre, de diplôme et these de doctorat		

<i>Titre:</i> POLYMÈRES COMPOSITES			<i>Title:</i> POLYMER COMPOSITES		
<i>Enseignant:</i> Jan-Anders MÅNSON, Professeur EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATÉRIAUX.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- L'introduction aux propriétés des matériaux anisotropes.
- L'appréciation de la gamme des propriétés mécaniques et physiques réalisables avec les matériaux composites à matrice organique.
- Présenter les techniques de mise en œuvre et l'influence du procédé sur la microstructure et les propriétés.
- Etre en mesure de sélectionner les composants de base (matrice, fibre) et les méthodes de mise en œuvre pour une application spécifique.

CONTENU

- composants des composites
- micromécanique des systèmes renforcés de fibres
- composites à fibres courtes
- théorie des stratifiés
- structures en sandwich
- composites textiles
- essais destructifs et non-destructifs
- critères de conception
- chimie des composites
- fabrication et mise en oeuvre des composites à matrice thermoplastique
- fabrication et mise en oeuvre des composites à matrice thermodurcissable
- relations procédé-structure-propriétés
- applications
- visite d'une entreprise de mise en oeuvre des composites

OBJECTIVE

- An introduction to the properties of anisotropic materials.
- To understand the range of mechanical and physical properties which can be obtained with organic matrix composites.
- To present processing techniques and to show the influence of the process on microstructure and on properties.
- To learn how to choose the most appropriate material constituents (matrix, fiber) and processing technique for a given application.

CONTENTS

- constituents of composites
- micromechanics of fiber-reinforced systems
- short fiber composites
- theory of laminates
- sandwich structures
- textile composites
- destructive and non-destructive testing
- design criteria
- chemistry of composites
- manufacturing and processing of thermoplastic matrix composites
- manufacturing and processing of thermoset matrix composites
- property-structure-process relations
- applications
- visit to a composite processing company

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:		SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Polymères, mise en oeuvre Milieux continus	FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> TRANSFORMATION DE PHASE			<i>Title:</i> PHASE TRANSFORMATION		
<i>Enseignant:</i> Michel RAPPAZ, Professeur EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
MATÉRIAUX.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 3
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de raisonner sur les phénomènes physiques intervenant lors des transformations de phase liquide-solide et à l'état solide. Ils pourront en particulier quantifier des relations entre conditions de transformation et composition d'une part et microstructures obtenues d'autre part.

CONTENU

DIAGRAMMES D'ÉQUILIBRE
 DIFFUSION
 INTERFACES
 SOLIDIFICATION
 TRANSFORMATION DE PHASE A L'ÉTAT SOLIDE
 RECRISTALLISATION
 PRÉCIPITATION DANS LES ALLIAGES
 TRANSFORMATIONS SANS DIFFUSION

OBJECTIVE

The students should comprehend the physical phenomena which control the phase transformations from liquid to solid and in the solid state. Particularly, they should be able to quantify the relationship which exists between transformation conditions / composition on the one hand and resulting microstructures on the other hand.

CONTENTS

EQUILIBRIUM PHASE DIAGRAMS
 DIFFUSION
 INTERFACES
 SOLIDIFICATION
 SOLID STATE PHASE TRANSFORMATIONS
 RECRYSTALLIZATION
 PRECIPITATION IN IMPORTANT ALLOYS
 DIFFUSIONLESS PHASE TRANSFORMATIONS

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Lecture de la documentation et discussion, exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	D. A. Porter, K. Easterling: Phase Transformations in Metals and Alloys, Chapman-Hall, London, 2ème ed. 1992 W. Kurz, D. J. Fisher: Fundamentals of Solidification, Trans Tech Publ., Zürich-Uetikon, 3ème ed. 1992 J. D. Verhoeven: Fundamentals of Physical Metallurgy, Wiley, 1975	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Thermodynamique I et II		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ANALYSE ET MODÉLISATION DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX		<i>Title:</i> EXPERIMENTAL DATA ANALYSIS AND MODELIZATION			
<i>Enseignant:</i> Pierre STADELMANN, Professeur titulaire EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATÉRIAUX.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Connaître les bases de la programmation avec le logiciel Mathematica. Utiliser Mathematica pour modéliser des phénomènes physiques et analyser des données expérimentales. Être capable de se servir de la bibliothèque de programmes écrits en Mathematica. Développer des nouveaux modules dans son domaine de recherche.

CONTENU

- Bases de l'utilisation de Mathematica, description simplifiée de l'interface utilisateur et du noyau.
- Opérations élémentaires, solutions d'équations linéaires et non-linéaires.
- Représentation graphique 2-D et 3-D.
- Représentations de listes de données, lecture de fichiers de données expérimentales, ajustement de paramètres.
- Différentiation, intégration symbolique et numérique.
- Expressions, fonctions, listes, vecteurs, matrices et tenseurs.
- Solution d'équations, différentielles ordinaires, transformées de Laplace et de Fourier.
- Tenseurs.
- Utilisation des bibliothèques graphiques.
- Programmation procédurale.
- Programmation fonctionnelle.
- Programmation basée sur des règles.
- Programmation graphique.
- Création de packages.
- Ecriture de note books.

OBJECTIVE

To know the basics of Mathematica programming. To use Mathematica to model physical phenomena in materials science and to analyse experimental data. To know how to use of the standard Mathematica packages. To develop new packages for specific applications.

CONTENTS

- Description of the Mathematica 4.0 Front end and Kernel.
- Solution of linear and non-linear equations.
- Plot of 2-D and 3-D functions.
- Data lists and their representation, reading data files.
- Differentiation, symbolic and numerical integration.
- Expressions, functions, lists, vectors, matrices and tensors.
- Solving ordinary differential equations, Laplace and Fourier transforms.
- Tensors.
- Using standard graphics libraries.
- Procedural programming.
- Functional programming.
- Rule based programming.
- Graphical programming.
- Writing packages.
- Writing notebooks.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Assisté par ordinateur	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: The Mathematica Book, S. Wolfram, notebooks	SESSION D'EXAMEN Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE:
<i>Préalable requis:</i> Aucun	Ecriture d'un note-book sur un sujet à choix ou proposé
<i>Préparation pour:</i> Travaux pratiques, cours, analyse de résultats expérimentaux.	

<i>Titre:</i> ANALYSE DE LA STRUCTURE DES POLYMÈRES		<i>Title:</i> POLYMER ANALYSIS AND CHARACTERIZATION			
<i>Enseignant:</i> Quoc Tuan NGUYEN, Privat-Docent EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATÉRIAUX.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Se familiariser, par une approche théorique et pratique, avec les techniques modernes d'analyse et de caractérisation des polymères.

Etre en mesure de reconnaître et de sélectionner un matériau en fonction d'une application spécifique.

OBJECTIVE

Polymer characterization is an essential part of modern polymer science. The course is aimed at providing students with a sound reference on recent developments and applications in this dynamic area. At the end of the course, the student should be able to solve common failure problems, to recognize and select appropriate plastic material for a given application.

CONTENU

1. Analyse chimique.
2. Méthodes spectroscopiques (UV, IR, Raman).
3. Résonance magnétique nucléaire (RMN).
4. Techniques chromatographiques (HPLC, GPC).
5. Analyse thermique (pyrolyse-GC/MS, TG, DSC).
6. Spectroscopie rhéo-optique.

Pour chaque méthode, on étudiera le principe et le domaine d'application. Le cours sera illustré par des études de cas et exemples pratiques.

CONTENTS

1. Chemical analysis.
2. Light spectroscopy (FTIR, Raman, UV).
3. Magnetic resonance spectroscopy (NMR).
4. Chromatographic techniques (HPLC, GPC).
5. Analytical thermal analysis (pyrolysis-GC/MS, TG, DSC).
6. Rheo-optical spectroscopy.

The principle of each method will be discussed along with its advantages, limitations and pitfalls. The course is illustrated with selected examples of problems encountered in the plastic industries.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, avec démonstrations.	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Notes polycopiées.	SESSION D'EXAMEN Hiver
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS: Chimie des polymères. Polymères, structure, propriétés.	FORME DU CONTROLE : Présentation orale de 15 minutes
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES ET OPTIQUES DES MATÉRIAUX			<i>Title:</i> DIELECTRIC AND OPTICAL PROPERTIES OF MATERIALS		
<i>Enseignant:</i> Dragan DAMJANOVIC, Privat-Docent EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATÉRIAUX.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

L'objectif du cours est d'approfondir les connaissances sur les propriétés diélectriques, électromécaniques et optiques des matériaux et de comprendre les principes physiques de fonctionnement des dispositifs diélectriques, piézo-électriques, pyroélectriques, ferroélectriques et optiques.

CONTENU

Polarisation diélectrique. Relaxation diélectrique dans des céramiques et des polymères. Perte diélectrique. Propriétés diélectriques non linéaires. Hystérésis. Spectroscopie diélectriques. Condensateurs et isolateurs. Claquage diélectrique. Vieillessement. Les matériaux isolants pour les « packaging » de circuits électroniques.

Effet piézoélectrique. Diélectriques polaires. Couplage des propriétés thermiques, mécaniques et électriques. Electrostriction. Ferroélectricité. Domaines ferroélectriques et ferroélastiques. Céramiques et polymères piézoélectriques. Matériaux composites. Résonance piézoélectrique. Applications des matériaux piézoélectriques : capteurs, actionneurs et transducteur ultrasonique. Applications médicales des matériaux piézoélectriques.

Pyroélectricité, matériaux et dispositifs pyroélectrique.

Thermistors. Effet PTC et NTC.

Propriétés optiques des monocristaux, des céramiques et des verres. Effet électro-optique et dispositifs électro-optiques.

OBJECTIVE

To deepen knowledge of electrical, electro-mechanical and optical properties of materials and understand principles of functioning of various dielectric, piezoelectric, pyroelectric, ferroelectric and optical devices.

CONTENTS

Dielectric polarization. Dielectric relaxation in ceramics and polymers. Dielectric loss. Nonlinear dielectric properties. Hysteresis. Dielectric spectroscopy. Capacitors and insulators. Dielectric breakdown. Aging. Insulating materials for electronic packaging.

Piezoelectric effect . Polar dielectrics. Coupling of thermal, mechanical and electrical properties. Electrostriction. Ferroelectricity. Ferroelectric and ferroelastic domains. Piezoelectric ceramics and polymers. Composite materials. Piezoelectric resonance. Applications of piezoelectric materials: actuators, sensors and ultrasonic transducers. Medical application of piezoelectric materials.

Pyroelectricity and pyroelectric materials and devices.

Thermistors. PTC and NTC effects.

Optical properties of single crystals, ceramics and glasses. Electro-optic effect and devices

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS 2
BIBLIOGRAPHIE: Polycopiés ; « Electroceramics » Moulson, Chapman&Hall 1990	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Ponctuel
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> TRANSFORMATION DE PHASE : CHAPITRES CHOISIS		<i>Title:</i> PHASE TRANSFORMATION: SELECTED TOPICS			
<i>Enseignant:</i> Eberhard BLANK, Chargé de cours EPFL/SMX					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
MATÉRIAUX.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

La quasi-totalité des techniques de traitement de surface de métaux et alliages fait intervenir une ou plusieurs transformations de phase, adaptées au fonctionnement particulier de la surface. Ce dernier peut changer selon l'endroit dans la couche de protection. La surface entrant en contact avec un deuxième corps doit résister, par exemple, à l'usure, tandis qu'une excellente adhésion avec le substrat doit être assurée à l'interface qui, dans certaines couches de protection, se trouve à moins d'un micromètre de la surface. Ce genre d'exigences impose des contraintes quant au choix du matériau de revêtement et du procédé. Dans la première partie du cours, on cherche à définir un cahier de charge pour les couches protectrices. L'étude de plusieurs types de traitement de surface est destinée à la connaissance de techniques modernes et classiques y compris leurs avantages et inconvénients.

CONTENU**Pourquoi modifier les surfaces de pièces mécaniques en métal ?**

- Sollicitation mécanique, déformation plastique, corrosion ...

Adhésion entre couche et substrat

- Types de liaison, contraintes résiduelles, portance des revêtements, mesure de l'adhésion

Couches de diffusion

- Cémentation, carburation, etc.

Couches à faisceau à haute énergie

- Traitement par laser, projection thermique, ...

Couches déposées en phase vapeur (CVD)

- Dépôts de diamant et de DLC (diamond-like coatings), TiN, TiC, ...

OBJECTIVE

Almost all technologies for the surface modification of metals and alloy make use of one or several phase transformations supposed to furnish specific material behaviours in the surface range. The requirements may change within very short distances. As an example, the surface of a mechanical part contacting a second body may be required to be wear resistant while excellent adhesion could be the principal function at the interface with the substrate, only a few hundred nanometers from the surface. These requirements condition the choice of the coating material and surface treatment process. The first part of this course is aimed at defining some fundamental specifications of protective coatings. In the second part, modern and standard coating technologies will be treated and their advantages and shortcomings will be discussed.

CONTENTS**Why modifying the surface of metal parts for mechanical application ?**

- Mechanical loader, plastic deformation, corrosion, ...

Adhesion between coating and substrate

- Interface bonding, residual stresses, load bearing capability, adhesion measurement, ...

Diffusive coatings

- Cementation, carburising, etc.

Coatings made by using high energy beams

- Laser treatment, thermal spray, ...

Chemical vapour deposition (CVD)

- Diamond and diamond-like (DLC) coatings, TiN, TiC, ...

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours et séminaires	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	A définir	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Transformation de phase I, II		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> INFOGRAPHIE		<i>Title:</i> COMPUTER GRAPHIC			
<i>Enseignant:</i> Daniel THALMANN, Professeur EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
INFORMATIQUE.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
SSC.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

OBJECTIFS

Le cours présente les concepts et les méthodes de base pour modéliser des objets graphiques, les transformer et leur donner des aspects réalistes. Il montre aussi comment on peut tenir compte de l'évolution des formes au cours du temps et explique les principes de la Réalité Virtuelle. A la fin du cours, les étudiants seront capables de réaliser des logiciels graphiques..

CONTENU**1. INTRODUCTION**

Historique, matériel graphique, modèles graphiques, transformations visuelles, transformations d'images

2. MODELISATION GÉOMETRIQUE

Courbes et surfaces paramétriques, balayages, surfaces implicites, solides, fractales

3. RENDU REALISTE

Couleur, visibilité des surfaces, lumière synthétique et ombre, transparence simple et réfraction, lancer de rayons et radiosité, texture, phénomènes naturels

4. ANIMATION PAR ORDINATEUR

Principes de base, animation par dessins -clés, animation procédurale, animation de corps articulés, animation faciale, animation basée sur la physique, animation comportementale

5. REALITE VIRTUELLE

Equipements de réalité virtuelle, systèmes de réalité virtuelle, réalité virtuelle distribuée

OBJECTIVE

The course will explain the basic concepts and methods to model graphical objects, transform them and give them realistic aspects. It will also show how take into account the evolution of shapes over time and explain the principles of Virtual Reality. At the end of the course, students will be able to develop graphical software

CONTENTS**1. INTRODUCTION**

Historical background, graphics hardware, graphical models, visual transformations, image transformations

2. GEOMETRIC MODELLING

Parametric curves and surfaces, swept surfaces, implicit surfaces, solids, fractals

3. REALISM

Color, surface visibility, synthetic light and shadows, simple transparency and refraction, ray-tracing and radiosity, texture, natural phenomena

4. COMPUTER ANIMATION

Basic principles, key-frame animation, procedural animation, animation of articulated bodies, facial animation, physics-based animation, behavioral animation

5. VIRTUAL REALITY

Virtual reality devices, Virtual Reality systems, Distributed Virtual Reality

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex-cathédra, vidéos, démos	NOMBRE DE CREDITS 6
BIBLIOGRAPHIE: Notes de cours sur Internet	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	avec contrôle continu
<i>Préparation pour:</i> Environnements virtuels multimédia	

<i>Titre:</i> MODÈLES STOCHASTIQUES POUR LES COMMUNICATIONS		<i>Title:</i> STOCHASTIC MODELS IN COMMUNICATIONS			
<i>Enseignant:</i> Patrick THIRAN, Professeur assistant EPFL/SSC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SSC.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Maîtriser les outils des processus aléatoires utilisés par un ingénieur en Systèmes de communication

OBJECTIVE

To acquire a working knowledge of the tools of random processes used by a communication systems engineer.

CONTENU

- Rappels de probabilité:** axiomes de probabilité, variable aléatoire et vecteur aléatoire.
- Processus stochastiques à temps continu et à temps discret :** analyse du second ordre (stationarité, ergodisme, densité spectrale, relations de Wiener-Khintchine, réponse d'un système linéaire invariant à des entrées aléatoires, processus gaussien, processus ARMA, filtres de Wiener).
- Processus de Poisson et bruit impulsif de Poisson**
- Chaînes de Markov à temps discret.** Chaînes ergodiques, comportement asymptotique, chaînes absorbantes, temps d'atteinte, marches aléatoires simples, processus de branchement.
- Chaînes de Markov à temps continu.** Processus de naissance et de mort à l'état transitoire et stationnaire. Files d'attente simples: définition, loi de Little, files M/M/1... M/M/s/K, M/G/1.

CONTENTS

- Review of probability:** axioms of probability, random variable and random vector.
- Continuous-time and discrete-time stochastic processes:** second-order analysis (stationarity, ergodism, spectral density, Wiener-Khintchine relations, response of a LTI system to random inputs, Gaussian processes, ARMA processes, Wiener filter).
- Poisson process and Poisson shot noise.**
- Discrete-time Markov chains.** Ergodic chains, asymptotic behavior, absorbing chains, reaching time, simple random walks, branching processes.
- Continuous-time Markov chains.** Birth and death process transient and steady-state analysis. Simple queues: definitions, Little's law, M/M/1... M/M/s/K, M/G/1 queues.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra avec exercices	NOMBRE DE CREDITS	6
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Cours de base en probabilité, analyse et algèbre linéaire.	examen écrit et contrôle continu	
<i>Préparation pour:</i>	Cours en Systèmes de Communication à l'EPFL et à Eurécom		

<i>Titre:</i> PRINCIPES DES COMMUNICATIONS NUMERIQUES		<i>Title:</i> PRINCIPLES OF DIGITAL COMMUNICATIONS			
<i>Enseignant:</i> Ruediger URBANKE, Professeur EPFL/SSC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SSC.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Acquisition des notions de base dans les communications numériques d'un point de vue moderne. Le modèle de base consiste en une source, un émetteur, un canal et un récepteur. On suivra une approche nouvelle qui analyse le système entier à travers des raffinements successifs du modèle. L'avantage de cette approche est qu'on comprend rapidement les rôles fondamentaux de tous les composants d'un système de communication numérique. Les détails du système seront approfondis graduellement. A la fin du cours, l'étudiant comprendra les choix essentiels qui sont à sa disposition et pourra évaluer les conséquences de ces choix sur la performance du système résultant.

CONTENU

Récepteur optimal pour des canaux vectoriels
 Récepteur optimal pour des canaux en temps continu (AGB)
 Différentes méthodes de signalisation et leur performances
 Signalisation efficace à l'aide de machines à état fini
 Décodage efficace à l'aide de l'algorithme de Viterbi
 Communication à travers des canaux AGB de largeur de bande limitée

- Nyquist
- impulsions "Root raised cosine"
- filtre de blanchissage et décodage de Viterbi

Communication en bande passante à travers des canaux AGB
 Communication à travers des canaux à évanouissement
 Facultatif: Bluetooth

OBJECTIVE

Learn the fundamentals of digital point-to-point communications as seen from a modern point of view. The setup consists of a source, a transmitter, a channel, and a receiver. We will follow a new approach which consists of several passes over the above setup, changing focus at each pass. The advantage of this approach is that we quickly get a rough picture of all components of a communication system and then refine the initial picture as the semester proceeds. At the end of the course the student should be familiar with key design choices and should be able to evaluate the impact of those choices on the performance of the resulting system.

CONTENTS

Optimal receiver for vector channels
 Optimal receiver for waveform (AWGN) channels
 Various signaling schemes and their performance
 Efficient signaling via finite-state machines
 Efficient decoding via Viterbi algorithm
 Communicating over bandlimited AWGN channels

- Nyquist
- Root raised cosine pulses
- Whitening matched filter and Viterbi decoder

Communicating over passband AWGN channels
 Communicating over fading channels
 Time permitting: Bluetooth

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	NOMBRE DE CREDITS 6
BIBLIOGRAPHIE:	SESSION D'EXAMEN Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Cours « Traitement des signaux pour les communications » et « Processus stochastiques pour les communications »	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> COMMUNICATIONS NUMÉRIQUES AVANCÉES		<i>Title:</i> ADVANCED DIGITAL COMMUNICATIONS			
<i>Enseignant:</i> Suhas DIGGAVI, Professeur assistant EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SSC.....	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
ORIENTATION RI.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Ce cours est une suite du cours "Principes de communications numériques".

Nous discuterons des techniques de traitement de signaux numériques avancés qui sont communément employés dans les dispositifs modernes de communication.

CONTENU

1. Révision
2. Transmission sur des canaux linéaires stationnaires
3. Communications à utilisateurs multiples
4. Comment approcher la capacité : indications de la Théorie de l'Information

Ce cours est donné en anglais

OBJECTIVE

This course is a sequel to the course "Principles of digital communications."

We will discuss advanced digital signal processing techniques, which are commonly employed in modern communications devices.

CONTENTS

1. Review (hypothesis testing, inner product spaces transforms, sampling theorem, Nyquist criterion, complex Gaussian random variables, passband systems)
2. Transmission over Linear Time-Invariant Channels
 - maximum likelihood sequence estimator : Viterbi Algorithm
 - equivalent discrete time channel
 - whitening filter
 - equalizers (minimum mean squared, zero forcing criterion, decision feedback)
 - OFDM
3. Multiuser communications
 - multiple access communications
 - Access techniques: spread spectrum, TDMA.
 - Detection techniques: Maximum Likelihood; Linear multiuser detectors.
4. How to Approach Capacity : Clues from Information Theory;
 - review
 - capacity of specific signaling sets
 - multilevel modulation and the chain rule
 - Transmission over Linear Time-Invariant channels: Waterfilling
 - multiple-access channels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra + exercices	NOMBRE DE CREDITS	6
BIBLIOGRAPHIE:		SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Principles of digital communications		
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> ALGÈBRE POUR COMMUNICATION NUMÉRIQUE		<i>Title:</i> ALGEBRA FOR NUMERICAL COMMUNICATION			
<i>Enseignant:</i> Eva BAYER FLUCKIGER, Professeure EPFL/SMA					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
SSC.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Apporter les notions d'algèbre nécessaires pour certains sujets de communication numérique.

OBJECTIVE

Give the basic notions of algebra needed for certain topics of numerical communication.

CONTENU

1. Rappels arithmétiques
2. Congruences et classes de congruences
3. Anneaux et corps
4. Groupes
5. Polynômes
6. Corps finis

CONTENTS

1. Basic arithmetic
2. Congruences and congruence classes
3. Rings and fields
4. Groups
5. Polynomials
6. Finite fields

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra et exercices en salle	NOMBRE DE CREDITS 3
BIBLIOGRAPHIE: L.N. Childs « A concrete introduction to higher Algebra », Springer	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ		<i>Title:</i> CRYPTOGRAPHY AND SECURITY			
<i>Enseignant:</i> Serge VAUDENAY, Professeur EPFL/SSC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SSC.....	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
ORIENTATION IS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction aux procédés de cryptographie, à leur analyse, et à leur mise en œuvre dans les systèmes de sécurité.

OBJECTIVE

Introduction to cryptographic systems, to their analysis, and their implementation in security systems.

CONTENU

1. **Analyse cryptographique conventionnelle** : recherche exhaustive, compromis temps/mémoire, attaques dédiées, analyse différentielle et linéaire.
2. **Protocoles de cryptographie conventionnelle** : mots de passe UNIX, contrôle d'accès HTTP, PPP, S/Key, Kerberos, certificats d'authenticité, téléphone mobile GSM.
3. **Cryptographie à clef publique** puzzles de Merkle, sac-à-dos, échange de clefs Diffie-Hellman, RSA.
4. **Procédés de cryptographie signature électronique**, partage de secret, zero-knowledge, vote électronique.
5. **Infrastructures à clefs publiques** SSL, PGP, SET.

CONTENTS

1. **Conventional cryptographic analysis**: exhaustive search, time-memory trade-offs, dedicated attacks, differential and linear cryptanalysis.
2. **Conventional cryptographic protocols**: UNIX passwords, access control in HTTP, PPP, S/Key, Kerberos, authenticity certificates, GSM mobile telephones.
3. **Public key cryptography**: Merkle's puzzles, knapsacks, Diffie-Hellman key exchange, RSA.
4. **Cryptographic schemes**: electronic signature, secret sharing, zero-knowledge, electronic votes.
5. **Public key infrastructure**: SSL, PGP, SET.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra + exercices	NOMBRE DE CREDITS	6
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>	Algèbre, algorithmique et programmation	et contrôle continu	
<i>Préparation pour:</i>			

<i>Titre:</i> THEORIE DE L'INFORMATION ET CODAGE		<i>Title:</i> INFORMATION THEORY AND CODING			
<i>Enseignant:</i> Emre TELATAR, Professeur EPFL/SSC					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
SSC.....	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Introduction à l'étude quantitative de la transmission de l'information avec mise en relief des concepts fondamentaux pour l'ingénierie de systèmes de communication fiables et efficaces.

OBJECTIVE

Introduction to the quantitative study of the transmission of information with emphasis on concepts fundamental to the engineering of reliable and efficient communication systems.

CONTENU

- Définition mathématique de l'information et étude de ses propriétés.**
- Codage de source : représentation efficace des sources de messages.**
- Canaux de communication et leur capacité.**
- Codage pour une communication fiable dans un canal bruité.**
- Communication à plusieurs utilisateurs : accès multiple et canaux "broadcast".**

CONTENTS

- Mathematical definition of information and the study of its properties.**
- Source coding: efficient representation of message sources.**
- Communication channels and their capacity.**
- Coding for reliable communication over noisy channels.**
- Multi-user communications: multi access and broadcast channels.**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Cours ex cathedra + exercices	NOMBRE DE CREDITS 6
BIBLIOGRAPHIE: T. M. Cover et J. A. Thomas, Elements of Information Theory, New York: J. Wiley and Sons, 1991.	SESSION D'EXAMEN Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	FORME DU CONTROLE: Examen écrit
<i>Préalable requis:</i> Probabilités et Statistiques I et II ou Processus stochastiques pour les communications	
<i>Préparation pour:</i>	

<i>Titre:</i> GÉNIE LOGICIEL		<i>Title:</i> SOFTWARE ENGINEERING			
<i>Enseignant:</i> Alfred STROHMEIER, Professeur EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
INFORMATIQUE.....	hiver	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Maîtriser une méthode de développement de logiciels par objets.

CONTENU

Résumé : Méthode de développement par objets Fondue (UML), ses modèles et son processus de développement. Eléments de conception de l'interface homme-machine. Documentation d'utilisation du logiciel.

Modèles d'analyse : 1. Modèle des classes du domaine et d'analyse: classe, association, multiplicités, agrégation, généralisation et spécialisation, structuration du modèle des classes. 2. Modèle du contexte du système: acteurs, système, événements. 3. Modèle des opérations du système: pré- et postconditions, schémas d'opération; langage OCL, langage de contraintes sur les objets. 4. Protocole d'interface du système.

Processus d'analyse et vérifications, y compris utilisation de scénarios et cohérence des modèles.

Modèles de conception : 1. Modèle d'interactions: diagrammes de collaborations entre objets, objets et collections d'objets, envoi de messages, enchaînements de messages. 2. Modèle de dépendances entre objets et classes, et leurs caractéristiques. 3. Modèle d'héritage. 4. Modèle des classes de conception.

Processus de conception : Contrôleurs et collaborateurs, décomposition hiérarchique, interface d'utilisateur, architecture client-serveur, héritage versus généralisation et spécialisation, principes de "bonne" conception. Vérifications.

Mappage de la conception vers un langage de programmation : 1. Modèle des classes d'implémentation. 2. Interface de classe: héritage, attributs, méthodes, public versus privé. Mappage de collections. 3. Découplage de classes. 4. Implémentation des méthodes: itérateurs, traitement des erreurs. 4. Implémentation du protocole d'interface du système.

Processus d'implémentation : mappage, performance, vérifications.

DOCUMENTATION

Alfred Strohmeier; Overview of the Object-Oriented Technology; EPFL

Alfred Strohmeier; Fondue Tutorial; EPFL

OBJECTIVE

To master an object-oriented software development method

CONTENTS

Abstract: The object-oriented development method Fondue (UML), its notations and its development process. Introduction to the design of human-computer interfaces. Users' Documentation.

Analysis Models: 1. Domain and Analysis Class Models: Class, Association, Multiplicities, Aggregation, Generalization and Specialization, Structuring Class Models. 2. System Context Model: actors, system, events. 3. System Operation Model: pre- and postconditions, operation schema; language OCL, the Object Constraint Language. 4. System Interface Protocol.

Analysis process and verifications, including the use of scenarios and consistency between models.

Design Models: 1. Interaction Model: collaboration diagrams, objects and object collections, message sending, message sequencing. 2. Dependency Model: usage dependency and references, other characteristics. 3. Inheritance Model. 4. Design Class Model.

Design process: Controllers and collaborators, hierarchical decomposition, user interface, client-server architecture, inheritance versus generalization-specialization, principles of good design. Checks.

Mapping a design to a programming language: 1. Implementation class model. 2. Class interface: inheritance, attributes, methods, public versus private features, mapping collections. 3. Decoupling classes. 4. Implementing methods: iterators, error handling. 4. Implementing the system interface protocol.

Implementation process: mapping, performance, checks.

http://lglwww.epfl.ch/teaching/software_engineering/home_page.html

Craig Larman; Applying UML and Patterns; Prentice-Hall, 1998.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra. Exercices sur papier	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Voir "Documentation"	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>		Contrôle continue	
<i>Préparation pour:</i>	Projet génie logiciel		

<i>Titre:</i> INTELLIGENCE ARTIFICIELLE		<i>Title:</i> ARTIFICIAL INTELLIGENCE			
<i>Enseignant:</i> Boi FALTINGS, Professeur EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 84
INFORMATIQUE.....	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	été	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 4
SSC.....	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

OBJECTIFS

Connaitre les principales techniques pour la réalisation de systèmes à base de connaissances et des agents intelligents.

OBJECTIVE

Basic principles for implementing knowledge systems and intelligent agents.

CONTENU

1. Notions de base : logique des prédicats, inférence et démonstration automatique des theorems
2. Programmation symbolique, en particulier en LISP
3. Algorithmes de recherche, moteurs d'inférence, systèmes experts
4. Diagnostic : par raisonnement incertain, par système expert, et par modèles
5. Raisonnement avec des données incertaines: logique floue, inférence Bayésienne
6. Satisfaction de contraintes : définition, consistance et principaux théorèmes, heuristiques de recherche, propagation locale, raisonnement temporel et spatial
7. Planification automatique : modélisation, planification linéaire et non-linéaire
8. Apprentissage automatique : induction d'arbres de décision et de règles, algorithmes génétiques, explanation-based learning, case-based reasoning

CONTENTS

1. Basics: predicate logic, inference and theorem proving
2. Symbolic programming, in particular LISP
3. Search algorithms, inference engines, expert systems
4. Diagnosis: using uncertainty, rule systems, and model-based reasoning
5. Reasoning with uncertain information: fuzzy logic, Bayesian networks
6. Constraint satisfaction: definitions, consistency and basic theorems, search heuristics, local propagation, temporal and spatial reasoning
7. Planning: modeling, linear and non-linear planning
8. Machine learning: learning from examples, learning decision trees and rules, genetic algorithms, explanation-based learning, case-based reasoning

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Ex cathedra, travaux pratiques sur ordinateur	NOMBRE DE CREDITS	6
BIBLIOGRAPHIE:	Poliycopié: Intelligence Artificielle Winston & Horn: LISP, Addison Wesley Russel & Norvig: Artificial Intelligence: A Modern approach, Prentice Hall	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Programmation IV		Contrôle continu
<i>Préparation pour:</i>	Intelligent Agents		

<i>Titre:</i> THÉORIE DE L'INFORMATION		<i>Title:</i> INFORMATION THEORY			
<i>Enseignant:</i> Jean-Cédric CHAPPELIER, Chargé de cours EPFL/SIN					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 42
INFORMATIQUE.....	hiver	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
MATHÉMATIQUES	hiver	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 2
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Présenter les notions de base de la théorie de l'information et leurs applications dans le codage et la cryptographie.

OBJECTIVE

Introduce basic notions of information theory and their applications in coding and cryptography

CONTENU

1. Notions de base: mesures quantitatives de l'incertitude et de l'information
propriétés fondamentales de ces mesures
2. Principe de codage d'information
compression de données
codes de Huffman
3. Information en présence d'erreurs
capacité d'un canal
codes correcteurs d'erreurs
codes linéaires par blocs
codes convolutifs
4. Cryptographie
théorèmes fondamentaux
cryptographie à clés secrètes
fonctions à sens unique
cryptographie à clé publique
authentification et signatures numériques

CONTENTS

1. Basic notions
quantitative measures of uncertainty and information
basic properties of these measures
2. Principles of coding
data compression
Huffman codes
3. Information in the presence of errors
capacity of a medium
error-correcting codes
linear block codes
convolutional codes
4. Cryptography
fundamental theorems
cryptosystems with a secret key
one-way functions
cryptosystems with a public key
authentication and digital signatures

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours virtuel on-line avec quelques séances ex cathedra	NOMBRE DE CREDITS	3
BIBLIOGRAPHIE:	Dominic Welsh: Codes and Cryptography, Oxford Science Publications Notes complémentaires tirées de: James L. Massey: Applied Digital Information Theory, ETH Zurich Cover & Thomas: Information Theory, Wiley	SESSION D'EXAMEN	Printemps
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:		FORME DU CONTROLE:	Examen écrit
<i>Préalable requis:</i>			
<i>Préparation pour:</i>			

Titre: MÉTROLOGIE ET LOCALISATION PAR SATELLITES I		Title: SATELLITE POSITIONING I			
Enseignant: Hubert DUPRAZ, Chargé de cours EPFL/SIE					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales: 28</i>
SIE.....	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices 1</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

Assimiler les mécanismes fondamentaux de l'astronomie descriptive.

Comprendre quelques méthodes astronomiques de localisation et d'orientation pour la détermination de réseaux et de géoïdes locaux.

Modéliser les observations de code GPS pour la localisation et la navigation.

CONTENU**Astronomie de position**

Trigonométrie sphérique
Concepts fondamentaux
Systèmes de coordonnées
Systèmes de temps
Réfraction astronomique
Détermination d'azimuts
Détermination de positions
Caméra zénithale

Localisation par satellites

Modèle des pseudo-distances (rappels)
Solution de navigation
Session statique

Algorithmes

Partition des observations
Décorrélation des observations
Moindres carrés séquentiels
Partition des paramètres

OBJECTIVE

To assimilate the fundamental mechanisms of the descriptive astronomy.

To understand some astronomical methods to determine the position and the orientation of local networks, and to refine local geoids.

To model the GPS code observables for positioning and navigation.

CONTENTS**Astronomical positioning**

Spherical trigonometry
Basic concepts
Coordinates systems
Time systems
Astronomical refraction
Orientation methods
Positioning methods
Zenithal camera

Satellite positioning

Modelling of pseudo-distances (refresher)
Navigation solution
Single point positioning

Algorithms

Partitioning of observations
Decorrelation of observations
Sequential least squares
Partitioning of parameters

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra, exercices et travaux pratiques	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés <i>Astronomie de position, Localisation par satellites</i>	SESSION D'EXAMEN	Été
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Positionnement et cartographie	FORME DU CONTROLE:	Examen oral pour I et II
<i>Préalable requis:</i>	Topométrie générale, Calcul de compensation, Statistique		
<i>Préparation pour:</i>	Géodésie, Outils géomatiques		

<i>Titre:</i> MÉTROLOGIE ET LOCALISATION PAR SATELLITES II		<i>Title:</i> SATELLITE POSITIONING II			
<i>Enseignant:</i> Bertrand MERMINOD Professeur EPFL/SIE					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 28
SIE.....	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i>

OBJECTIFS

- Modéliser les observations de phase de l'onde porteuse pour la localisation précise.
- Comprendre les algorithmes pour le calcul des positions en modes statique et cinématique.
- Saisir les éléments nécessaires à la planification des travaux de terrain.
- Percevoir les tendances de l'évolution des systèmes de positionnement.

CONTENU**Modélisation des mesures satellitaires**

- modélisation des mesures de phase
- différences simples, doubles et triples
- sauts de cycles
- résolution des ambiguïtés de cycle Systèmes de temps
- calcul des coordonnées
- réfraction atmosphérique

Modes de mesures GPS

- récepteurs bi-fréquence
- initialisation en mouvement
- levé intermittent (stop-and-go)
- planification des sessions de mesure
- précision et logistique

Evolution du positionnement

- autres systèmes de satellites
- combinaison avec des techniques terrestres
- localisation et télécommunications
- systèmes futurs

OBJECTIVE

- To model the phase observables for precise satellite positioning.
- To understand the algorithms for computing positions in static and kinematic modes.
- To grasp the features that are crucial for a proper planning of the field operations.
- To perceive the trends in the evolution of positioning systems.

CONTENTS**Modelling of observables from satellites**

- modelling of carrier phase measurements
- simple, double and triple differences
- cycle slips
- resolution of cycle ambiguities
- computation of coordinates
- atmospheric refraction

GPS measurement modes

- dual-frequency receivers
- on-the-fly initialisation
- stop-and-go survey
- mission planning
- precision and logistics

Evolution of positioning techniques

- other satellite systems
- combination with terrestrial techniques
- positioning and telecommunications
- future systems

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra et exercices	NOMBRE DE CREDITS	2
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopié, exercices corrigés, logiciels d'application	SESSION D'EXAMEN	Eté
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Positionnement et cartographie	FORME DU CONTROLE:	Examen oral
<i>Préalable requis:</i>	Localisation par satellites I, Probabilité et statistique, Calcul de compensation		pour I et II
<i>Préparation pour:</i>	Outils géomatiques, Géodésie, Systèmes d'information		

<i>Titre:</i> PHOTOCHIMIE ATMOSPHERIQUE		<i>Title:</i> ATMOSPHERIC PHOTOCHEMISTRY			
<i>Enseignant:</i> Hubert VAN DEN BERGH, Professeur EPFL/SIE					
<i>Section (s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Option</i>	<i>Facult.</i>	<i>Heures totales:</i> 56
SIE	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Par semaine:</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Cours</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Exercices</i> 1
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Pratique</i> 2

OBJECTIFS

Acquérir les bases nécessaires pour traiter les problèmes de l'air qui se posent à l'ingénieur.

Apprendre à faire les mesures de paramètres clé physiques et chimiques de l'atmosphère, et la modélisation simple et complexe.

OBJECTIVE

Acquire the knowledge engineers need to solve air quality problems.

In this course, the student learns to measure some of the basic physical and chemical properties of the atmosphere and one learns to understand and work with simple and complex atmospheric models.

CONTENU**Travaux pratiques**

- Photodissociation de l'O₂
- Mesures par spectroscopie
- Etude de la réaction $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- Analyses par chromatographie en phase gazeuse
- Hydrolyse hétérogène de N₂O₅
- Particule de suie
- Déliquescence de sels

Cours théoriques

- Ecoulements atmosphériques et mélange turbulent
- Chimie atmosphérique et cinétique chimique
- Modèles numériques de pollution de l'air

CONTENTS**Laboratory experiments**

- O₂ photodissociation
- Spectroscopy
- Study of the reaction $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- Gaz chromatography
- Heterogeneous hydrolysis of N₂O₅
- Soot particles
- Deliquescence of salts

Theory

- Atmospheric flow and turbulent mixing
- Atmospheric chemistry and chemical kinetics
- Numerical models for air pollution

FORME DE L'ENSEIGNEMENT:	Cours ex cathedra et exercices	NOMBRE DE CREDITS	4
BIBLIOGRAPHIE:	Polycopiés	SESSION D'EXAMEN	Ete
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Chimie environnementale	FORME DU CONTROLE:	
<i>Préalable requis:</i>	Chimie appliquée, météorologie et pollution de l'air	Examen oral combiné avec les TP	
<i>Préparation pour:</i>	Pollution des milieux, gestion des milieux, Pollution de l'air 7ème semestre		