



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT
DE PHYSIQUE

LIVRET DES COURS

ANNÉE ACADÉMIQUE 1996 - 1997



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

TABLE DES MATIÈRES

	Page(s)
Plan d'études de la section de physique 1996/97	I - III
Règlement d'application du contrôle des études de la section de physique de l'EPFL	IV - V
Ordonnance générale sur le contrôle des études à l'EPFL	VI - XI
Liste des cours de la section de physique	XII - XIV
Liste alphabétique des enseignants	XV - XVI
Descriptions des enseignements de la section de physique	1 - 98
Descriptions des enseignements de service et cours spéciaux	99 - 137



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PLAN D'ÉTUDES PHYSIQUE

1996 - 1997

arrêté par la direction de l'EPFL le 6 mai 1996

Chef de département	Prof. A. Baldereschi
Président de la commission d'enseignement	Prof. J.-P. Ansermet
Conseillers d'études :	
1ère année	Prof. A. Châtelain
2ème année	Prof. E. Kapon
3ème année	Prof. G. Margaritondo
4ème année	Prof. J.-Ph. Ansermet
Diplômants	Prof. Ch. Gruber
Coordinateur STS	Prof. Y. de Ribeaupierre
Administratrice	Mme A. Ekmark

PHYSIQUE

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4			5			6		
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
Mathématiques :																				
Analyse I,II (en français) ou	Zwahlen	DMA	4	4		4	4													224
Analyse I,II (cours en allemand)	Wobhauser	DMA	4	4		4	4													224
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	(2)																	
Analyse III,IV	Chatterji	DMA							3	2		3	2							140
Algèbre linéaire I,II	Boéchat	MAF	3	2		3	2													140
Probabilité et statistique I	Nüesch	DMA							2	1										42
Analyse numérique	Rappaz J.	DMA				2	1													42
Méthodes mathématiques de la physique I,II	Pfister	DMA							2	2		2	2							112
Géométrie II	Buier	DMA				3	2													70
Physique générale :																				
Mécanique générale I,II	Benoît	DP	3	2		2	2													126
Physique générale I	Chatelain A.	DP				4	2													84
Physique générale II,III	Martin J.-L.	DP							4	2		4	2							168
Physique TPD	Grenaud	DP										4								112
Physique TPA	Dimitropoulos	DP													8			8		224
Expérimentation numérique TP	Baldreschi	DP							1		1	1	1							56
Chimie :																				
Chimie appliquée	Friedli	DC	4	1																70
Physique théorique :																				
Mécanique analytique	vacat	PHF										3	2							70
Physique statistique I,II	Gruber	DP													2	2		2	2	112
Physique quantique I,II	Quattropani	DP													2	2		2	2	112
Physique de la matière condensée :																				
Structure de la matière condensée	Martin J.-L./Schwarzenbach	DMPH							2	2										56
Physique des matériaux solides I,II	Buttet	DP													2	2		2	2	112
Autres domaines de la physique :																				
Electrodynamique	Martin Ph.	DP													2	2				56
Physique nucléaire et corpusculaire I	Joseph	PHF													2	1				42
Physique nucléaire et corpusculaire II	Joseph	PHF																2	1	42
Physique des plasmas I	Troyon	DP																2	2	56
Optique	Kapon	DP																2	2	56
Réseaux des neurones	Gersbner	DI																2	2	56
Hydrodynamique	Deville/Monkewicz	DGM																2	2	56
Informatique :																				
Programmation	Gennart	DI	1		3															56
Technologies :																				
Introduction à la métrologie	Schaller/Grenaud	DP	1		3															56
Electronique I,II	Mlynek	DE							2		2	2		2						112
Construction	Savoie/Sanjines	DP															4			56
Atelier mécanique	Randin	DP															(1)			
Préparation projet d'ingénieur *	Profs divers	DEVOC																2		28
* Mesures des déformations (obligatoire pour les étudiants effectuant le projet d'ingénieur en mesure des déformations)	Jacquot	DGC																2		28
Enseignement non technique :																				
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)		(2)				(2)			(2)			(2)			(2)		
Cours STS									2		2				1		1	1	1	112
- Droit I,II	Haldy J.	DMT							2		2									56
- Gestion d'entreprise I,II	Raffournier	DMT							2		2									56
- Introduction aux sciences humaines	Bassand/Da Cunha + Tarradellas/Da Cunha	DAV/DOR							2		2									56
- Histoire de la technique	Grinevald	DMT													1		1	1	1	56
- Physiologie et représentation du monde ext.	De Ribaupierre	PHF													1		1	1	1	56
Divers :																				
Séminaire de physique	Conseiller d'études	DP															1		1	28
Totaux : Tronc commun			16	9	6	18	13		18	9	7	17	8	7	11	10	13	13	10	9
Totaux : Par semaine			31			31			34			32			34			32		
Totaux : Par semestre			434			434			476			448			476			448		

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

PHYSIQUE

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

RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES DE LA SECTION DE PHYSIQUE (sessions de printemps, d'été et d'automne 1997)

du 28 mars 1994, modifié le 8 mai 1995, le 6 mai 1996

La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de lausanne

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

arrête

Article premier - Champ d'application

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

Examens propédeutiques

Article 2 - Examen propédeutique I

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

	coefficient
1. Analyse I,II (oral)	1
2. Analyse I,II (écrit)	1
3. Algèbre linéaire I,II (oral)	2
4. Géométrie II (écrit)	1.5
5. Analyse numérique (écrit)	1
6. Mécanique générale I,II (écrit)	2
7. Physique générale I (oral)	1.5
8. Chimie appliquée (écrit)	1.5

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

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

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

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

Art. 3 - Examen propédeutique II

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

	coefficient
1. Analyse III,IV (écrit)	2
2. Probabilité et statistique I (écrit)	1
3. Physique générale II,III (oral)	1
4. Physique générale II,III (écrit)	1

5. Méthodes mathématiques de la physique I,II (oral)	2
6. Mécanique analytique (écrit)	1.5
7. Structure de la matière condensée (oral)	1

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

8. Physique, Laboratoire (hiver)	1
9. Physique, Laboratoire (été)	1
10. Electronique I,II, Laboratoire (hiver+été)	2
11. Expérimentation numérique, TP (hiver+été)	1
12. STS (hiver+été)	1

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

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

Deuxième cycle

Art. 4 - Système de crédits

1 Les branches sont réparties en quatre blocs : « cours de base », « cours de base avancés », « branches pratiques » et « cours de spécialisation » comprenant les cours spécialisés, les cours d'intérêt général et les autres cours agréés par le Département de Physique.

2 Après deux ans d'études au 2ème cycle, l'étudiant qui n'a pas obtenu 40 crédits pour les cours et 20 crédits pour les branches pratiques ne peut plus se réinscrire.

3 L'étudiant doit se conformer aux prérequis spécifiés par les enseignants pour suivre certains enseignements de 4ème année.

4 Pour s'inscrire aux épreuves de l'examen final, l'étudiant doit détenir les 85 crédits des blocs : « cours de base » et « branches pratiques ».

5 L'inscription au travail pratique de diplôme requiert l'obtention de 120 crédits. Dans la règle, ils sont acquis en deux ans, la durée maximale étant de quatre ans.

Art. 5 - Admission à l'examen final

1 Les 8 cours-semestres obligatoires et 2 cours parmi les options offertes dans le groupe « Autres domaines de la physique » forment le bloc « cours de base » et donnent droit à **40 crédits**. Les crédits du bloc complet sont obtenus si la moyenne des notes est égale ou supérieure à 6.

	crédits
Session de printemps	
1. Physique statistique I	4
2. Physique quantique I	4

3. Physique des matériaux solides I	4
4. Electrodynamique	4
5. Physique nucléaire et corpusculaire I	4
Session d'été	
6. Physique statistique II	4
7. Physique quantique II	4
8. Physique des matériaux solides II	4
9. Option I	4
10. Option II	4

2 Les branches du bloc « branches pratiques » donne droit à **45 crédits**. Les crédits du bloc complet sont obtenus si la moyenne des notes est égale ou supérieure à 6,0.

	crédits
11. Construction (5ème semestre)	2
12. TP avancés (5ème semestre)	7
13. TP avancés (6ème semestre)	7
14. Cours STS (5ème et 6ème semestres)	4
15. Projet d'ingénieur (7ème semestre)	5
16. TP IV (7ème semestre)	7
17. TP IV (8ème semestre)	9
18. Projet STS (7ème et 8ème semestres)	4

Art. 6 - Stage

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

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

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

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

1 Les cours des blocs « cours de base avancés » et « cours de spécialisation » sont désignés dans le plan d'études. Ils sont annuels et donnent droit à 7 crédits, ou se composent de deux cours semestriels de 3,5 crédits. Les étudiants choisissent deux ou trois cours annuels dans le bloc « cours de base avancés ».

2 L'examen final, comprenant les cours des blocs « cours de base avancés » et « Cours de spécialisation » de la 4ème année, donne droit à **35 crédits**. Une note égale ou supérieure à 6 donne droit aux crédits correspondants.

3. En cas d'échec à une seule branche annuelle ou à deux branches semestrielles, une session de rattrapage est organisée deux semaines après la communication des résultats et l'étudiant est autorisé à commencer conditionnellement le travail pratique de diplôme.

4 Les cours choisis pour l'examen final comprennent au moins quatre cours annuels. Le choix des cours doit être ratifié par le conseiller d'études.

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

Art. 8 - Travail pratique de diplôme (TPD)

1 Pour pouvoir entreprendre le TPD, le candidat doit avoir obtenu au moins les 120 crédits du 2ème cycle.

2 La durée du TPD est de quatre mois.

Dispositions transitoires

Art. 9

Les étudiants ayant réussi la 3ème année d'études en 95/96 restent soumis au règlement d'application 95/96.

Dispositions finales

Art. 10 - Abrogation du droit en vigueur

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

Art. 11 - Entrée en vigueur

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 1996/97.

6 mai 1996

Au nom de la direction de l'EPFL

Le vice-président et directeur de la formation, D. de Werra
Le directeur des affaires académiques, M. Jaccard

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

du 3 octobre 1994 (état au 1er octobre 1995)

La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne,

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

arrête :

Section 1 : Champ d'application

Article premier

- ¹ La présente ordonnance fixe les principes et les dispositions applicables à l'organisation des examens de diplôme.
- ² Les principes fixés aux articles 2 à 10 s'appliquent également:
 - a. aux examens d'admission;
 - b. aux examens organisés dans le cadre d'études postgrades;
 - c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
 - d. aux examens en vue d'acquérir le certificat d'enseignement supérieur de mathématiques appliquées ou un certificat analogue.

Section 2 : Dispositions générales relatives aux examens

Art. 2 Organisation des examens

Le directeur des affaires académiques organise les examens. Il fixe notamment les dates des sessions et les modalités d'inscription et établit les horaires des examens, qu'il porte à la connaissance des intéressés.

Art. 3 Inscription et retrait d'inscription

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

Art. 4 Admission

Le directeur des affaires académiques décide de l'admission aux examens. Il notifie par décision aux candidats concernés les refus d'admission aux examens.

Art. 5 Interruption et absence

- ¹ Après le début de la session, le candidat ne peut interrompre ses examens qu'en raison de motifs importants tels que la maladie ou un accident. Il doit en aviser le directeur des affaires académiques immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires.
- ² Le directeur des affaires académiques décide de la validité des motivations invoquées.
- ³ Les épreuves effectuées avant l'interruption sont prises en compte lors de la reprise des examens.

¹⁾ RS 414.110

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

Art. 12 Séries d'examens

- 1 Les examens de diplôme comprennent :
 - a. au premier cycle :
deux examens propédeutiques à la fin des première et deuxième années d'études;
 - b. au deuxième cycle :
des examens de promotion en troisième et quatrième années d'études;
un examen final de diplôme.
- 2 Pour pouvoir se présenter à un examen, l'étudiant doit avoir réussi les examens précédents.

Art. 13 Contenu des examens

- 1 Les examens propédeutiques et les examens de promotion comprennent dix épreuves au plus. La moyenne générale prévue à l'article 23 est calculée sur la base des notes obtenues lors de ces épreuves ainsi que sur celles des notes semestrielles ou annuelles obtenues dans les branches pratiques.
- 2 L'examen final de diplôme porte sur des branches enseignées au deuxième cycle et comprend un travail pratique.

Art. 14 Genre des épreuves

- 1 Pour les examens propédeutiques, les règlements d'application précisent le genre (écrit ou oral) des épreuves.
- 2 Pour les examens de promotion et l'examen final de diplôme, si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département ou le conseil de section détermine le genre des épreuves.
- 3 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

Art. 15 Travail pratique de diplôme

- 1 Pour pouvoir entreprendre le travail pratique de diplôme, le candidat doit avoir réussi l'examen final de diplôme selon les modalités fixées dans les règlements d'application. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques, sur proposition du département concerné.
- 2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que le candidat présente oralement et dont le sujet est défini par le maître qui en assume la direction.
- 3 A la demande du candidat, le chef du département ou le président du conseil de section, peut confier la direction du travail pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.
- 4 En cas de présentation formelle insuffisante du mémoire, le maître compétent peut exiger que le candidat y remédie dans un délai de deux semaines à partir de la présentation orale.

Art. 16 Sessions d'examens

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

- 4 Le candidat qui, sans motif valable, ne se présente pas à une épreuve reçoit la note zéro.
- 5 Le fait de ne pas terminer un examen équivaut à un échec.
- 6 Des motifs personnels ne peuvent justifier a posteriori l'annulation du résultat d'une épreuve, exception faite du cas dans lequel il est démontré que les troubles subis par le candidat l'empêchaient de réaliser qu'il n'était pas en possession de toutes ses facultés.

Art. 6 Appréciation des travaux

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

Art. 7 Langue d'examens

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

Art. 8 Répétition des examens

- 1 Si un candidat a échoué à un examen, il peut s'y présenter une seconde et dernière fois, dans le délai d'une année.
- 2 Si le candidat est en mesure de faire valoir des motifs d'empêchement importants, le directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

Art. 9 Consultation des travaux d'examen

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

Art. 10 Réexamen et voies de droit

- 1 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'une nouvelle appréciation ou de rectification auprès du directeur des affaires académiques dans un délai de 10 jours à compter de leur notification.
- 2 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours administratif auprès du Conseil des écoles polytechniques fédérales dans un délai de 30 jours à compter de leur notification.

Section 3 : Contrôle dans le cadre des études de diplôme

Art. 11 Contrôle continu

- 1 Dans les branches théoriques, le contrôle continu durant les semestres (exercices associés à des cours et travaux écrits) permet aux étudiants et aux enseignants de vérifier l'assimilation de l'enseignement.
- 2 Les résultats obtenus peuvent être pris en compte dans les épreuves théoriques selon des modalités fixées par les enseignants et annoncées aux étudiants en début de semestre.
- 3 L'organisation d'un contrôle continu payant par les enseignants est facultative.
- 4 L'étudiant n'est pas tenu de se soumettre au contrôle continu payant. Dans ce cas, seule la note de l'épreuve est prise en considération.

¹⁾RS 172.021

Art. 21 Communication des résultats des examens

- 1 Le directeur des affaires académiques communique par décision aux candidats s'ils ont réussi l'examen ou non.
- 2 La décision fait mention des notes et des crédits obtenus.

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

- 1 Pour pouvoir s'inscrire au 3ème, ou au 5ème semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique qui le précède. L'étudiant qui est autorisé à se présenter à la session de printemps en application de l'article 16, 1er alinéa, est provisoirement autorisé à suivre l'enseignement du semestre supérieur.
- 2 Pour pouvoir s'inscrire au 7ème semestre, ou à l'examen final de diplôme, l'étudiant doit avoir réussi l'examen de promotion le précédant ou avoir obtenu le nombre de crédits exigés par la section et figurant dans le règlement d'application.
- 3 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre prévoir que, pour passer à un semestre supérieur, l'étudiant doit avoir effectué un stage pratique.

Art. 23 Conditions de réussite aux examens

- 1 Les examens sont réputés réussis lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 6 à condition qu'elle ne comprenne aucune note égale à zéro dans les branches pratiques.
- 2 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre exiger des conditions particulières supplémentaires.

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

- 1 La répétition porte sur les ensembles de branches dont la moyenne exigée n'est pas atteinte sous réserve de l'article 25 alinéa 8.
- 2 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches théoriques ou dans celui des branches pratiques reste acquise en cas de répétition.
- 3 Lorsqu'une note ou une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les enseignements pratiques en répétant l'année d'études. Le directeur des affaires académiques fixe les modalités en cas de changement de plan d'études.
- 4 Les règlements d'application, avec système de crédits, fixent les conditions de répétition pour les examens de promotion et pour l'examen final de diplôme.

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

- 1 A chaque enseignement du deuxième cycle est associé un certain nombre de crédits, correspondant à un volume de travail moyen estimé pour cet enseignement. Les crédits sont précisés dans le règlement d'application.
- 2 L'inscription au travail pratique de diplôme nécessite l'acquisition d'au moins 120 crédits. Les plans d'études sont conçus pour pouvoir les obtenir en deux ans. La durée maximale du 2ème cycle est de quatre ans.
- 3 Les règlements d'application des sections ayant adopté le système de crédits doivent définir :
 - a. la répartition des cours en blocs soumis éventuellement à des conditions particulières;
 - b. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc;
 - c. les conditions d'obtention des crédits;
 - d. les conditions de passage en semestre supérieur.
- 4 Chaque branche fait l'objet d'un contrôle noté à la fin du semestre ou de l'année. Le ou les crédits sont attribués lorsque la note obtenue dans la branche est égale ou supérieure à 6 si les règlements d'application n'en disposent pas autrement.

Art. 17 Examinateurs

- 1 Les maîtres font passer les épreuves portant sur la branche qu'ils enseignent. S'il est empêché de faire passer une épreuve, le maître demande au directeur des affaires académiques de désigner un autre examinateur.
- 2 Lorsque plusieurs maîtres font passer une épreuve conjointement, ils le font en général au prorata de la matière qu'ils ont enseignée.
- 3 Dans la mesure où la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les examinateurs :
 - a. donnent aux départements les informations nécessaires sur leurs enseignements pour éditer le livret des cours;
 - b. choisissent la matière des épreuves;
 - c. informent les étudiants de la matière et du déroulement des épreuves;
 - d. formulent les questions des épreuves;
 - e. conduisent l'interrogation;
 - f. tiennent un procès-verbal (notes manuscrites) de chaque interrogation orale;
 - g. apprécient les prestations des candidats;
 - h. fixent les notes, les alinéas 3 et 4 de l'article 17 étant réservé;
 - i. conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les épreuves orales ainsi que les travaux écrits, exception faite en cas de recours pendant.

Art. 18 Experts

- 1 Un expert est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'examinateur et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section. Il tient un procès-verbal (notes manuscrites) du déroulement de l'épreuve; ces informations peuvent être demandées par la conférence des notes et le cas échéant par les autorités de recours.
- 2 Dans le cadre des examens propédeutiques et des examens de promotion, un expert doit être présent aux épreuves orales uniquement. Choisi parmi les membres de l'EPFL, il veille au bon déroulement de l'épreuve et joue un rôle d'observateur et de conciliateur. Il ne participe pas à la notation.
- 3 Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour chaque épreuve et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Pour les épreuves orales, il joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.
- 4 Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour le travail pratique et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Il veille en outre au bon déroulement de la présentation orale, joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.

Art. 19 Commissions d'examen

- 1 Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour évaluer les prestations fournies dans des branches pratiques. Cette évaluation a lieu à l'occasion d'une présentation orale de ses travaux par l'étudiant.
- 2 Outre l'examinateur et l'expert, membre ou non de l'EPFL, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

Art. 20 Conférence des notes

- 1 Pour chaque examen, une conférence des notes est organisée. Elle est composée du président de la Commission d'enseignement de l'EPFL qui la préside, du président de la commission d'enseignement du département ou de la section, du directeur des affaires académiques et du chef du service académique. Des suppléants sont admis.
- 2 La conférence des notes est habilitée, lorsque des circonstances particulières le justifient, à modifier une note d'examen avec l'accord de l'examinateur et au besoin de l'expert.

- 5 Pour certains blocs spécifiques, l'ensemble de tous les crédits correspondant peut être accordé si la moyenne des notes est suffisante. Pour d'autres, l'ensemble des crédits est accordé si un nombre minimal de branches est réussi.
- 6 Un cours peut être examiné au maximum deux fois.
- 7 Les crédits obtenus dans le cadre d'un programme de mobilité sont considérés comme acquis.
- 8 En cas de répétition, les notes égales ou supérieures à 6 restent acquises, ainsi que les crédits correspondants.
- 9 Les sections sans système propre de crédits, et qui participent aux programmes régis par les règles du système européen de transfert de crédits (ECTS), établissent une liste des unités de crédits accordées à leurs enseignements.

Art. 26 Diplôme et titre

- 1 L'étudiant qui a réussi l'examen final de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'article 21, un diplôme muni du sceau de l'EPFL. Celui-ci contient le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière, les signatures du président et du vice-président de l'EPFL, ainsi que du chef du département ou du président du conseil de la section concernée.
- 2 L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants :

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

Section 4 : Dispositions finales

Art. 27 Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance du 26 juin 1991 sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne est abrogée.

Art. 28 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 5 octobre 1994.

12 juin 1995

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

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

LISTE DES COURS DE LA SECTION DE PHYSIQUE

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

COURS OBLIGATOIRES

Analyse I, II	Zwahlen	1er, 2e	1, 2
Analysis I, II (en allemand)	Wohlhauser	1er, 2e	3, 4
Algèbre linéaire I, II	Boéchat	1er, 2e	5, 6
Programmation I	Gennart	1er	7
Analyse numérique	Rappaz J.	2e	8
Géométrie II	Buser	2e	9
Mécanique générale I, II	Benoit	1er, 2e	10, 11
Physique générale I	Châtelain A.	2e	12
Introduction à la métrologie	Gremaud/Schaller	1er	13
Chimie appliquée	Friedli	1er	14
Analyse III, IV	Chatterji	3e, 4e	15, 16
Probabilité et statistique I	Nuesch	3e	17
Méthodes mathématiques de la physique I, II	Pfister	3e, 4e	18, 19
Physique générale II, III	Martin J.L.	3e, 4e	20, 21
Structure de la matière condensée	Martin J.L./ Schwarzenbach	3e	22
Mécanique analytique	vacat	4e	23
Electronique I, II	Mlynek	3e, 4e	24, 25
Expérimentation numérique	Baldereschi	3e, 4e	26, 27
Travaux pratiques de physique	Gremaud	3e, 4e	28
STS : Droit I, II	Haldy J.	3e, 4e	29, 30
STS : Gestion d'entreprise I, II	Raffournier	3e, 4e	31, 32
STS : Introduction à l'économie, la sociologie et l'écologie	Bassand/Da Cunha, Tarradellas/Da Cunha	3e, 4e	33
Travaux pratiques de physique avancés	Dimitropoulos	5e, 6e	34
Atelier de mécanique	Randin	5e	35
Construction : Technologie de laboratoire	Sanjines/Savoie	5e	36
Physique statistique I, II	Gruber	5e, 6e	37, 38
Physique quantique I, II	Quattropani	5e, 6e	39, 40
Physique des matériaux solides I, II	Buttet	5e, 6e	41, 42
Electrodynamique	Martin Ph.	5e	43
Physique des plasmas I	Troyon	6e	44

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Optique	Kapon	6e	45
Physique nucléaire et corpusculaire I, II	Joseph	5e, 6e	46, 47
Réseaux des neurones	Gerstner	6e	48
Hydrodynamique	Deville/Monkewitz	6e	49
STS : Physiologie et représentation du monde extérieur	De Ribaupierre	5e, 6e	50
STS : Histoire de la technique	Grinevald	5e, 6e	51
Mesures des déformations	Jacquot	6e	52

COURS DE BASE AVANCÉS

(L'étudiant choisit deux ou trois cours annuels dans le bloc "cours de base avancés")

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

* = cours annuels pouvant être décomposés en cours semestriels

COURS DE SPÉCIALISATION

Microscopie électronique +	Martin J.L./Buffat	7e	64
Caractérisation des microstructures	Martin J.L./Buffat Stadelmann	8e	65
Anélasticité et plasticité des milieux solides ordonnés	Gremaud	8e	66
Dispositifs électroniques à semiconducteurs +	Ilegems	7e	67

<i>Titre du cours</i>	<i>Enseignant(s)</i>	<i>Semestre(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Dispositifs optiques à semiconducteurs	Ilegems	8e	68
Génie médical I, II	Meister	7e, 8e	69, 70
Physique des plasmas II, III	Appert, Lister	7e, 8e	71, 72
Chap. ch. d'optique moderne I, II	Reinhart	7e, 8e	73, 74
Physique des neutrons	Chawla	7e	75
Aspects physiques de la production d'énergie	Chawla/Haldi P.A.	8e	76
Simulation numérique de systèmes physiques	Baldereschi	7e, 8e	77, 78
Chap. ch. en physique de la matière condensée I, II	vacat, Ansermet	7e, 8e	79, 80
Relativité et cosmologie I, II	Gruber	7e, 8e	81
Physique des surfaces, interfaces	Kern/Monot/ Schneider	7e,	82
+ clusters	Harbich	8e	83
Sciences du vivant I, II	Vogel, Thoumine	7e, 8e	84, 85
Phénomènes non linéaires et chaos	Kunz	7e, 8e	86, 87
Physique théorique avancée I, II	Erdös	7e, 8e	88, 89
Astronomie et astrophysique III, IV	Hauck	7e, 8e	90
Modèles et réactions nucléaires I, II	Joseph, Bay	7e, 8e	91
Particules élémentaires I, II	Bay	7e, 8e	92
Accélération des particules et optique des faisceaux	Perroud	7e	93
Détection de particules ionisantes	Loude	8e	94
Chap. choisis de physique théorique I, II	Erdoes	7e, 8e	95, 96
Théorie quantique des collisions	Cibils	7e	97
Champs quantiques relativistes	Loeffel	7e, 8e	98

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

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Ansermet Jean-Philippe	80
Appert Kurt	71
Baldereschi Alfonso	26, 27, 77, 78
Barès Pierre-Antoine	58
Bassand Michel	33
Bay Aurelio	91, 92
Benoit Willy	10, 11, 53
Boéchat Jacques	5, 6
Buffat Philippe	56, 64, 65
Buser Peter	9
Buttet Jean	41, 42
Châtelain André	12, 56
Chatterji Srishi-D.	15, 16
Chawla Rakesh	75, 76
Cibils Michel	97
Da Cunha Antonio J.	33
de Ribaupierre Yves	50
Deville Michel	49
Dimitropoulos Constantin	34
Erdős Paul	88, 89, 95, 96
Friedli Claude	14
Ganière Jean-Daniel	56
Gennart Benoît	7
Gerstener Wulfram	48
Gremaud Gérard	13, 28, 66
Grinevald Jacques	51
Gruber Christian	37, 38, 81
Haldi Pierre-André	76
Haldy Jacques	29, 30
Harbich Wolfgang	83
Hauck Bernard	90
Ilegems Marc	67, 68
Jacquot Pierre	52
Joseph Claude	46, 47, 91

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Page(s)</i>
Kapon Eli	45
Kern Klaus	82
Kunz Hervé	59, 86, 87
Lister Jonhattan	72
Loeffel Jean-Jacques	98
Loude Jean-François	94
Martin Jean-Luc	20, 21, 22, 53, 64, 65
Martin Philippe	43, 57, 60
Meister Jean-Jacques	69, 70
Mlynek Daniel	24, 25
Monkewitz Peter	49
Monot René	82
Nuesch Peter	17
Perroud Jean-Pierre	93
Pfister Charles-Ed.	18, 19
Quattropani Antonio	39, 40, 54, 55
Raffournier Bernard	31, 32
Randin Henri	35
Rappaz Jacques	8
Reinhart Franz-Karl	73, 74
Reuse François	61, 63
Sanjines Rosendo	36
Savoie Jean	36
Schaller Robert	13
Schneider Wolf-Dieter	82
Schwarzenbach Dieter	22
Schwendimann Paolo	62
Stadelmann Pierre	65
Tarradellas Joseph	33
Thoumine Olivier	85
Troyon Francis	44
Vogel Horst	84
Wohlhauser Alfred	3, 4
Zuppiroli Libéro	53
Zwahlen Bruno	1, 2

<i>Titre :</i> ANALYSE I						
<i>Enseignant :</i> B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA						
<i>Heures totales :</i> 112	<i>Par semaine :</i> Cours 4 Exercices 4 Pratique					
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Mathématiques.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Math., Phys. Faculté	1	☒	☐	☐	☒	☐
Actuaires, HEC Faculté	1	☒	☐	☐	☒	☐

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
- Développement limité
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima
- Fonctions spéciales
- Intégrales définies et indéfinies
- Intégrales généralisées.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

<i>Titre :</i> ANALYSE II						
<i>Enseignant :</i> B. ZWAHLEN, Professeur EPFL/DMA						
<i>Heures totales :</i> 112		<i>Par semaine :</i> Cours 4 Exercices 4 Pratique				
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Math., Phys. Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐
Actuaires, HEC Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐

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.

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985 et 1988

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I, Algèbre linéaire I.

Préparation pour :

<i>Titre :</i> ANALYSIS I in deutscher Sprache / ANALYSE I en allemand							
<i>Enseignant :</i> A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA							
<i>Heures totales :</i> 112		<i>Par semaine :</i> Cours 4 Exercices 4 ou 2 Pratique					
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>		<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	1	☒	☐	☐		☒	☐
MA, INF	1	☒	☐	☐		☒	☐
GC, GR, GM	1	☒	☐	☐		☒	☐
EL, MT, MX	1	☒	☐	☐		☒	☐

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

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

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

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

DOKUMENTATION : Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

DOCUMENTATION : Sera communiquée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Basisvorlesung / Cours de base

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSIS II in deutscher Sprache / ANALYSE II en allemand							
Enseignant : A. WOHLHAUSER, Professeur EPFL/DMA							
Heures totales : 112		Par semaine : Cours 4 Exercices 4 ou 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐	
MA, INF	2	☒	☐	☐	☒	☐	
GC, GR, GM	2	☒	☐	☐	☒	☐	
EL, MT, MX	2	☒	☐	☐	☒	☐	

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

- Integralrechnung mehrerer reeller Variablen
- Vektorfelder
- Differentialgleichungen 1-ter Ordnung
- Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten
- Lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten

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

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

DOKUMENTATION : Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

DOCUMENTATION : Sera communiquée au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Basisvorlesung / Cours de base

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I							
Enseignant : J. BOÉCHAT, Professeur UNIL							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Mathématiques.....	1	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique Faculté.....	1	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

- **Groupes, anneaux, corps :**
Rappel des définitions, permutations, nombres complexes.
- **Espaces vectoriels :**
Sous-espaces, sommes directes, applications linéaires, bases, dimension, dualité, algèbres, polynômes, matrices, déterminants, équivalence des matrices, systèmes d'équations linéaires.
- **Structure des endomorphismes linéaires :**
Similitude des matrices, valeurs propres, vecteurs propres, polynôme caractéristique, polynôme minimal, théorème de Cayley-Hamilton, diagonalisation, triangularisation, sous-espaces primaires, sous-espaces cycliques, réduites de Jordan.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Algèbre linéaire II.

Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE II							
Enseignant : J. BOÉCHAT, Professeur UNIL							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique Faculté.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Les mêmes que pour l'Algèbre linéaire I.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Algèbre linéaire I.

Préparation pour :

Titre : PROGRAMMATION I					
Enseignant : B. GENNART, Chargé de cours EPFL/DI					
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 3			
Destinataires et contrôle des études :					Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques Pratiques
Physique	1	☒	☐	☐	☐ ☒
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Mettre l'étudiant à même de :

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

CONTENU

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

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

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Programmation II.

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

Interpolation polynomiale. Intégration et différentiation numériques.

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

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

Problèmes de valeurs propres. Problèmes de moindres carrés.

Différences finies. Éléments finis pour l'approximation de problèmes elliptiques, paraboliques et hyperboliques.

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

DOCUMENTATION : Polycopié : Analyse numérique.
(Notes de cours : Leçons 1-13)

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : GÉOMÉTRIE II						
Enseignant : P. BUSER, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques Faculté	2	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Interprétation géométrique du calcul différentiel.

Initiation à la géométrie différentielle.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Algèbre linéaire, analyse, mécanique

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I							
Enseignant : W. BENOIT, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐	
Mathématiques.....	1	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

Introduction à la physique générale

Espace de configuration

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

Cinématique

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

Dynamique

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

Gravitation universelle

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation au niveau maturité.

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

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II	
Enseignant : W. BENOIT, Professeur EPFL/DP	
Heures totales : 56	Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique
Destinataires et contrôle des études :	
Section(s)	Semestre Oblig. Facult. Option Branches Théoriques Pratiques
Physique	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Mathématiques.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

Systèmes à 1 degré de liberté

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

Dynamique du solide

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

Eléments de statique

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

Changement de référentiel et relativité restreinte

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

Mécanique Lagrangienne (Introduction)

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I, Analyse I.

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

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I							
Enseignant : A. CHÂTELAIN, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées et bibliographie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre :		INTRODUCTION À LA MÉTROLOGIE							
Enseignant :		G. GREMAUD/R. SCHALLER, Chargés de cours / EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine :		Cours 1		Exercices		Pratique 3	
Destinataires et contrôle des études :								Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques	
Physique		1	☒	☐	☐	☐	☒	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

VII Thermique et régulation

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux pratiques

Titre : CHIMIE APPLIQUÉE						
Enseignant : C. FRIEDLI, Professeur titulaire EPFL/DC						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 4 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Physique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Mécanique.....	1	☒	☐	☐	☒	☐

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.
- Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.

CONTENU

- 1. Liaisons chimiques :**
Structure atomique, tableau périodique, nature des liaisons chimiques.
- 2. Réactions chimiques :**
Stoechiométrie, classification des réactions.
- 3. Équilibre chimique :**
Fonctions thermodynamiques, notion d'entropie, constante d'équilibre, loi de Le Chatelier (action de masse), oxydo-réduction.
- 4. Cinétique chimique :**
Vitesse de réaction, énergétique, éléments de catalyse et de photochimie.
- 5. Eau et solutions :**
Propriétés générales des solvants et solutions, concentration et activité, acide-base, solution tampon, produit de solubilité.
- 6. Electrochimie :**
Électrode et interface, transport du courant en solution, potentiels normaux, piles, loi de Nernst, corrosion.
- 7. Éléments de chimie organique :**
Caractéristiques des grandes familles de composés organiques, provenance, polymères.
- 8. Éléments de chimie des surfaces :**
Tension superficielle, tension interfaciale, physisorption et chimisorption.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations pratiques; exercices en salle

DOCUMENTATION : Livre PPR + polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Maturité fédérale

Préparation pour : Cours nécessitant des connaissances de base en chimie

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

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Cours d'Analyse vols. 1 et 2 PPUR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.

Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV							
Enseignant : S. D. CHATTERJI, Professeur EPFL/DMA							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
					Théoriques	Pratiques	
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique Faculté	4	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Cours photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.

Préparation pour :

Titre : PROBABILITÉ ET STATISTIQUE I							
Enseignant : P. NÜESCH, Professeur EPFL/DMA							
Heures totales : 42/56		Par semaine : Cours 2 Exercices 1/2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique (42 h)	3	☒	☐	☐	☒	☐	
Mathématiques.....	3	☒	☐	☐	☒	☐	
Mathématiques Faculté	3	☒	☐	☐	☒	☐	
HEC	3	☒	☐	☐	☒	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Axiomes des probabilités

Evénements et ensemble fondamental. Axiomes du calcul des probabilités.

2. Analyse combinatoire

Equiprobabilité, éléments fondamentaux.

3. Probabilité conditionnelle et indépendance

Formule de Bayes. Indépendance.

4. Variables aléatoires

Définition. Fonction de distribution. V.A. discrètes. Principales lois de V.A. discrètes. Fonction de distribution d'une valeur V.A. transformée.

5. Variables aléatoires continues

V.A. uniformes. V.A. normales. Autres lois continues.

6. Variables aléatoires simultanées

Définition. Indépendance. Somme de V.A. indépendantes. Distributions conditionnelles. Statistiques d'ordre.

7. Espérance mathématique

Définition. Espérance conditionnelle. Moments de V.A. Fonction génératrice.

8 Théorèmes limites

Lois des grands nombres. Théorème limite, central.

9. Processus stochastiques

Définition. Exemples. Notions de base.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Notions de calcul différentiel et intégral

Préparation pour :

Statistique appliquée, statistique mathématique, probabilités
 Probabilités appliquées, processus stochastiques

Titre : MÉTHODES MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE I							
Enseignant : C.-E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

- I. Introduction au calcul des variations. Equation d'Euler-Lagrange.
- II. Equations linéaires du 2e ordre. Problèmes avec conditions de bord. Fonctions de Green. Problème de Sturm-Liouville. Systèmes orthogonaux de fonctions.
- III. Introduction à la théorie des espaces de Hilbert.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.
(Liste à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

<i>Titre :</i> MÉTHODES MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE II						
<i>Enseignant :</i> C.-E. PFISTER, Professeur titulaire EPFL/DMA-DP						
<i>Heures totales :</i> 56		<i>Par semaine :</i> Cours 2		<i>Exercices</i> 2		<i>Pratique</i>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Ouvrages conseillés au cours.
(Liste à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II						
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU (suite de physique générale I)

Ondes

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

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

Thermodynamique

- Systèmes thermodynamiques (variables macroscopiques, équation d'état)
Equilibre thermique, principe zéro.
- Echange d'énergie (travail, chaleur). 1er principe. Coefficients calorimétriques.
- 2ème principe (entropie, réversibilité), Cycle thermodynamique, rendement.
Température thermodynamique.
- Equation de Gibbs, équation entière et équation de Gibbs-Duhem. Potentiels thermodynamiques, conditions de stabilité.
- Règle des phases. Relation de Clausius-Clapeyron. Thermodynamique chimique, diagrammes de phase.
- Introduction à la physique des surfaces.
- Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles (phénomènes croisés, équation de la diffusion, ...).

Electrodynamique

Electrostatique: les lois fondamentales, champ et potentiel électrique, équation de Laplace, les conducteurs.
Magnétostatique: les lois fondamentales, le potentiel vecteur, la loi de Biot et Savart, exemples.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique et de mathématiques des 1er et 2e semestres.

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

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

Électrodynamique (suite)

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

Introduction à la mécanique quantique et à la physique atomique

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, illustré par des expériences.

Exercices proposés chaque semaine, effectués en classe et à la maison, suivis de correction.

DOCUMENTATION :

Polycopié et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Cours de physique et de mathématiques des semestres 1, 2 et 3.

Préparation pour:

Physique des matériaux et des semiconducteurs, transmission de chaleur, optoélectronique.

Titre :		STRUCTURE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE						
Enseignant :		J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, D. SCHWARZENBACH, Professeur UNIL						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique		
Destinataires et contrôle des études :							Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques
Physique		3	☒	☐	☐	☒		☐
Physique Faculté		3	☒	☐	☐	☒		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐

OBJECTIFS

Présenter les divers états d'ordre dans la matière. Introduire le concept de défaut dans la matière ordonnée. Exposer les symétries du solide cristallin et interpréter les diffractogrammes de rayons X et d'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 aperiodique, quasicristal. Ordre partiel : cristal liquide, défauts cristallins.

Cristallographie géométrique

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

Symétrie

Opérations de symétrie et théorie des groupes. Éléments de symétrie. Groupes d'espace et groupes ponctuels, classes de Bravais, systèmes de Bravais et systèmes cristallins.

Diffraction des rayons X et des électrons

Diffraction, problème des phases. Équations de Laue et de Bragg, construction d'Ewald. Méthodes expérimentales. Physique des rayons X et des électrons. Intensités des rayons diffractés, facteur de structure.

Défauts structuraux (solides, cristaux liquides, polymères) et surfaces

Géométrie des défauts. Méthodes de caractérisation. Lien entre défauts et propriétés macroscopiques des matériaux (propriétés mécaniques ...). Structure des surfaces et caractérisation (ondes acoustiques).

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

DOCUMENTATION : Livre "Cristallographie", D. Schwarzenbach, PPUR, 1993
et ouvrages indiqués au cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Physique des matériaux solides, Physique des matériaux,
Microscopie électronique, Caractérisation des microstructures,
Dispositifs électroniques à semi-conducteurs.

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

OBJECTIFS

Initiation des étudiants aux méthodes de la mécanique analytique.

Fournir les bases nécessaires à l'étude de la mécanique statistique et de la physique quantique.

CONTENU

1. Les bases de la mécanique non-relativiste.

Equations du mouvement. Les systèmes mécaniques comme systèmes dynamiques: existence, unicité et stabilité des mouvements.

2. Formalisme lagrangien.

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

3. Formalisme de Hamilton.

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

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire.

Préparation pour : Mécanique statistique, physique quantique.

<i>Titre :</i> ÉLECTRONIQUE I						
<i>Enseignant :</i> D. MLYNEK, Professeur EPFL/DE						
<i>Heures totales :</i> 56		<i>Par semaine :</i> Cours 2 Exercices Pratique 2				
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	3	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

Electrotechnique :

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

Analyse de systèmes linéaires :

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

Diodes et transistors :

Semi-conducteurs et jonction PN. Transistor bipolaire. Transistor MOS.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours, exercices, travaux de laboratoire.

DOCUMENTATION :

Documents polycopiés, références à des ouvrages

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Métrologie, Physique

Préalable requis :

Introduction à la métrologie (Tomes I et II)

Préparation pour :

Electronique II, travaux pratiques de physique

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

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

- **Amplificateur :**
Formalisme des quadripôles. Amplificateur différentiel. Amplificateur opérationnel.
- **Convertisseurs AN et NA :**
Éléments de systèmes logiques. Familles technologiques. Interfaces analogique / numérique et numérique / analogique.
- **Réalisation d'un projet en groupes**
- **Utilisation d'un logiciel de description des schémas et de simulation.**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours, exercices, travaux de laboratoire

DOCUMENTATION : Documents polycopiés, références à des ouvrages

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Métrologie, Physique

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

Préparation pour : Travaux pratiques de physique

Titre : EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 28		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 1				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	3	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Programmer une solution informatique d'un système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au système donné pour en obtenir les propriétés physiques
- Calculer les paramètres physiques d'un système avec une erreur inférieure à un écart donné.

CONTENU

Introduction aux stations et au système d'exploitation UNIX.

Introduction au langage FORTRAN 90.

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.

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

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

DOCUMENTATION: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I et II, Physique générale I, Analyse numérique, Programmation.

Préparation pour :

Titre : EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUE						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 28		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 1				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	4	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

L'étudiant apprendra à :

- Programmer une solution informatique d'un système physique donné
- Tester le code sur des modèles dont on connaît la solution exacte
- Appliquer le code au système donné pour en obtenir les propriétés physiques
- Calculer les paramètres physiques d'un système avec une erreur inférieure à un écart donné.

CONTENU

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions initiales.

Systèmes d'équations différentielles ordinaires : conditions aux bords.

Analyse de Fourier.

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

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

DOCUMENTATION: Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I et II, Physique générale I et II, Analyse numérique, Programmation.

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE							
Enseignant : G. GREMAUD, Chargé de cours / EPFL/DP							
Heures totales : 56/56		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	3	☒	☐	☐	☐	☒	
Physique	4	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :	En laboratoire à raison de 4 h. par semaine
DOCUMENTATION :	Notes photocopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.
LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:	Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS)					
DROIT I					
Enseignant : J. HALDY, Professeur UNIL					
Heures totales : 28	Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :				Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques Pratiques
Physique	3	☐	☐	☒ *	☐ ☒
Mécanique.....	5	☒	☐	☐	☒ ☐
Microtechnique	7	☒	☐	☐	☒ ☐
Matériaux.....	3	☐	☐	☒	☐ ☒

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Introduction générale au droit :

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Droit II

Titre :		SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS) DROIT II				
Enseignant :		J. HALDY, Professeur UNIL				
Heures totales : 28		Par semaine :		Cours 2	Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches ThéoriquesPratiques	
Physique	4	☐	☐	☒ *	☐	☒
Mécanique.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	8	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	4	☐	☐	☒	☐	☒

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Le droit des poursuites

2. La propriété industrielle:

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

3. Le droit de la concurrence déloyale.

4. Notions du droit des assurances.

5. Notions de droit administratif.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Droit I

Préparation pour :

Titre :		SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS) GESTION D'ENTREPRISE I				
Enseignant :		B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE				
Heures totales : 28		Par semaine :		Cours 2	Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :						Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	3	☐	☐	☒ *	☐	☒
Electricité.....	5	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	5	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	3	☐	☐	☒	☐	☒
Microtechnique	7	☐	☐	☒	☒	☐

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

- 1. L'entreprise et son environnement**
 - L'environnement économique et social
 - Le contexte juridico-institutionnel
- 2. Les fonctions de l'entreprise**
 - L'organisation interne
 - La stratégie d'entreprise
 - Le marketing
- 3. L'analyse financière de l'entreprise**
 - L'analyse de la rentabilité de l'entreprise
 - L'analyse du financement

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Gestion d'entreprise II

Titre :		SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS) GESTION D'ENTREPRISE II			
Enseignant :		B. RAFFOURNIER, Professeur UNI-GE			
Heures totales : 28		Par semaine : Cours 2		Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Physique	4	☐	☐	☒ *	☐ ☒
Electricité.....	6	☒	☐	☐	☒ ☐
Mécanique.....	6	☒	☐	☐	☒ ☐
Matériaux.....	4	☐	☐	☒	☐ ☒
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒ ☐

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

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires pour :

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

CONTENU

- 1. Le choix des investissements**
 - Les mesures de rentabilité d'un projet
 - La prise en compte du risque
- 2. Le calcul des coûts et prix de revient**
 - Les bases du calcul des coûts
 - Les méthodes de calcul

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Gestion d'entreprise I
Préparation pour :

Titre : SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIETE (STS) INTRODUCTION A L'ECONOMIE, LA SOCIOLOGIE ET L'ECOLOGIE							
Enseignant : M. BASSAND Professeur , A. DA CUNHA, chargé de cours, EPFL/DA J. TARRADELLAS, Professeur titulaire EPFL/DGR							
Heures totales : 28/28		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	3, 4	☐	☐	☒ *	☐	☒	
Matériaux.....	3, 4	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

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

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. INTRODUCTION

2. ECONOMIE

- Introduction
- Les concepts de base : *La problématique économique*
- Le système économique en tant que système fermé : *Circuits économiques, technologie et croissance*
- Le système économique en tant que système ouvert : *Environnement naturel, changement technologique et politique de l'environnement*
- Villes, économie et environnement
- Conclusion : *Vers un développement durable*

3. SOCIOLOGIE

- La méthode sociologique
- La structuration sociale et ses acteurs
- Rôle du phénomène urbain dans la dynamique sociale
- La métropole lémanique
- Conclusion

4. ECOLOGIE

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

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

DOCUMENTATION : Distribuée tout au long de l'enseignement

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : -

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE AVANCES						
Enseignant : C. DIMITROPOULOS, Chargé de cours / EPFL/DP						
Heures totales : 112/112		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 8
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☐	☒
Physique	6	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

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

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

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

DOCUMENTATION : Notes photocopiées, bibliothèque.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

<i>Titre :</i> ATELIER MÉCANIQUE						
<i>Enseignant :</i> H. RANDIN, P. SCHMID, A. NEUENSCHWANDER, Coll. techn./EPFL /DP						
<i>Heures totales :</i> 14		<i>Par semaine :</i>		<i>Cours</i>	<i>Exercices</i>	<i>Pratique 1</i>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	5	☐	☒	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir des notions pratiques d'atelier de mécanique et de soufflage de verre

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Aucune

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Travaux de laboratoire

Titre : CONSTRUCTION : Technologie de laboratoire							
Enseignant : R. SANJINES, Chargé de cours; J. SAVOIE, Collab. technique, EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	5	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

L'étudiant sera capable de lire un dessin technique et de préciser un projet de construction à l'aide de dessins et de schémas techniques. Pour ce faire, il doit acquérir les connaissances de base de la conception et réalisation d'appareillages et d'installations de laboratoire, assimiler les principes de base du dessin technique et du dessin assisté par ordinateur (DAO), et avoir une vue d'ensemble des principaux matériaux de construction.

CONTENU

- Notions de dessin technique**
Introduction aux normes techniques VSM-ISO
Règles du dessin technique
Dessin de détail et d'ensemble
Initiation au dessin assisté par ordinateur (DAO)
- Schémas**
Représentations symboliques
Schémas électriques, exemples
Schémas d'une installation à vide
- Matériaux de construction**
Aciers, métaux, céramiques et matières plastiques
Propriétés mécaniques, thermiques et électriques
- Projets de construction**
Conception et réalisation d'un projet d'une installation de mesure

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : 1 h théorie + 3 h enseignements pratiques.
Projets de construction d'une installation de mesure soumis à des groupes d'étudiants.

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de physique générale. Travaux pratiques de physique et avec le cours d'atelier mécanique

Préalable requis :
Préparation pour :

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : **4**

Développer les concepts de la thermocinétique pour arriver aux équations d'évolution et à la thermostatique.
Introduire l'étudiant aux concepts fondamentaux de la mécanique statistique classique.

CONTENU

Physique statistique classique :

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

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

DOCUMENTATION : Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique Analytique

Préparation pour : Physique Statistique II

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

Illustrer les applications de la mécanique statistique classique.

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

CONTENU

Physique statistique quantique :

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra

DOCUMENTATION: Livres de référence

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE I							
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
					Théoriques	Pratiques	
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐	
Physique Faculté	5	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Introduction aux idées fondamentales de la mécanique quantique.

Structure mathématique : états, observables.

Postulats de la mécanique quantique.

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

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

Etude du moment cinétique.

L'atome d'hydrogène.

Théorie des perturbations stationnaires.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE II						
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Addition des moments cinétiques.

Théorie non-relativiste du spin.

Théorie des perturbations dépendantes du temps.

Particule chargée dans un champ électromagnétique.

Groupes de transformation.

Indiscernabilité des particules identiques en mécanique quantique.

Atomes complexes. Approximation du champ central.

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

DOCUMENTATION :

"Mécanique Quantique I-II", Cohen-Tannoudji, Diu, Lahoë (Hermann)

"Mécanique Quantique" Basdevent (Ecole Polytechnique, Ellipses).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Physique quantique I

Préparation pour :

Physique des matériaux solides, physique nucléaire

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES I						
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

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

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION:

Notes photocopiées

- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976
- B.K. Tanner : Intr. to the Physics of electrons in solids, Cambridge, U.P., Ed. 1995
- H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Physique du solide avancée I, II

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX SOLIDES II							
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	6	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

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

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

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

La supraconductivité : propriétés magnétiques, thermiques, théories élémentaires microscopique et macroscopique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices.

DOCUMENTATION:

- Notes polycopiées
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Holt Saunders Int. Ed. 1976
- B.K. Tanner : Intr. to the Physics of electrons in solids, Cambridge, U.P., Ed. 1995
- H. Ibach-H. Lüth : Solid State Physics, Springer, Ed. 1991

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Physique du solide avancée I, II

Titre : ÉLECTRODYNAMIQUE						
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

L'électrodynamique de Maxwell représente une profonde synthèse de divers domaines de la physique classique : électricité, magnétisme, lumière, relativité restreinte. Le cours s'attachera à faire comprendre comment la diversité de ces phénomènes s'organise en une théorie unifiée du champ et à fournir les outils conceptuels et analytiques nécessaires à son étude.

CONTENU

I Électrodynamique des particules chargées dans le vide

A Les lois fondamentales

- Champs statiques : lois de Coulomb et d'Ampère, potentiels, champs multipolaires.
- Champs lentement variables : loi de l'induction.
- Champs rapidement variables : équations de Maxwell dans le vide, transformations de jauge, symétrie et lois de conservation, champs libres.

B Théorie du rayonnement

- Fonctions de Green et potentiels retardés, émission dipolaire.
- Champ d'une charge en mouvement, potentiels de Liénard et Wiechert, radiation de freinage, radiation synchrotron.

C Relativité restreinte

- Transformation de Lorentz, forme relativiste des équations de Maxwell.
- Dynamique relativiste des champs et des particules.
- Les limites de l'électrodynamique classique.

II Électrodynamique macroscopique dans la matière

A Dérivation des équations de Maxwell dans la matière

- Polarisation : diélectriques, conducteurs, para et dia-magnétisme.

B Propagation des ondes dans la matière polarisable

- Ondes dans un milieu diélectrique : fonction diélectrique.
- Optique ondulatoire : réflexion, réfraction et diffraction.
- Ondes dans un milieu dispersif.

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

DOCUMENTATION : Références à la littérature et résumés de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Physique générale, mécanique et mathématiques

Préparation pour :

Physique des plasmas, optique et physique théorique.

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS I						
Enseignant : F. TROYON, Professeur EPFL/CRPP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 4

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

CONTENU

I. Définition des plasmas

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

II. Mouvement d'une particule chargée

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

III. Ondes dans un plasma homogène

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

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

Titre : OPTIQUE						
Enseignant : E. KAPON, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 4

Acquérir des connaissances de base en optique.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique générale et électrodynamique
Préparation pour : Cours d'optique moderne, d'optique quantique et d'électrodynamique quantique

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORPUSCULAIRE I						
Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	5	☒	☐	☐	☒	☐
Physique Faculté	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 4

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

CONTENU

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

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

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

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

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

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 Feynmann.

La chromodynamique quantique. Les saveurs lourdes : charme, beauté et top.

Le lepton τ . Interaction faible et les bosons vecteurs intermédiaires.

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

DOCUMENTATION : Note du cours. Notices des travaux pratiques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale.

Préparation pour : Cours avancés de physique nucléaire et corpusculaire.

Titre : PHYSIQUE NUCLEAIRE ET CORPUSCULAIRE II						
Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Introduction à la physique nucléaire : Propriétés et structure du noyau atomique : taille, masse. Le modèle du gaz de Fermi et la formule de la masse. Le modèle en couches; spin nucléaire, moment magnétique dipolaire, moment quadripolaire électrique.

Caractérisation des réactions nucléaires, diffusion et réaction, résonances de Breit-Wigner. Le modèle du noyau composé. Puits de potentiel et modèle optique. Interactions directes.

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

DOCUMENTATION : Notes du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : RÉSEAUX DES NEURONES						
Enseignant : W. GERSTNER, Professeur assistant EPFL/DI						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						<i>Branches</i>
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 4

A thorough understanding of mathematical models of neural networks.

CONTENU

It will cover models of neural networks from a physicists point of view.

It starts with formal models of associative memory, in particular the Hopfield model. In this model, neurons can assume two states only (active/inactive) which allows an analogy to spin systems.

More detailed descriptions of a single biological neuron will be discussed in the second part of the course. The Hodgkin-Huxley model, the integrate-and-fire model, and the spike response model will be introduced.

In the final part of the course, collective states in networks of "spiking" neurons will analyzed, in particular, coherent oscillations and asynchronous states.

The exercises will introduce the students to the current literature.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Lectures and exercises

DOCUMENTATION : Will be provided. As an introduction: Model of Neural Networks II, ed. by Domany, van Hemmen, Schulten (Springer 1994); Introduction to the Theory of Neural Network, Hertz, Krogh, Palmer (Addison-Wesley 1991).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : HYDRODYNAMIQUE						
Enseignant : M. DEVILLE, P.A. MONKEWITZ, Professeurs EPFL/DGM						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	6	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIÉTÉ (STS) PHYSIOLOGIE ET REPRÉSENTATION DU MONDE EXTÉRIEUR							
Enseignant : Y. DE RIBAUPIERRE (coord.), Maître d'enseignement et de recherche UNIL							
Heures totales : 28 / 28		Par semaine : Cours		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	5	☐	☐	☒ *	☐	☒	
Physique	6	☐	☐	☒ *	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

* à choix avec Histoire des sciences et des techniques

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Représentation du monde extérieur et comportement

Les systèmes vivants simples : représentation chimique.

Les systèmes vivants complexes : communications entre éléments.

Les codages sensoriels.

Réseaux de neurones biologiques et construits

Physique et physiologie des "neurones"

Représentation "objective" de l'environnement.

Représentation "abstraite" de l'environnement.

Représentation et communications.

Étude de cas

Perception du temps.

Vision stéréoscopique.

Localisation de sources sonores.

Communications non verbales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Séminaires.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : SCIENCE, TECHNIQUE ET SOCIÉTÉ (STS) HISTOIRE DE LA TECHNIQUE						
Enseignant : J. GRINEVALD, Chargé de cours EPFL/DMT						
Heures totales : 28/28		Par semaine : Cours 2			Exercices	
					Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	5	☐	☐	☒ *	☐	☒
Physique	6	☐	☐	☒ *	☐	☒
Microtechnique	5	☐	☐	☒	☐	☒
Microtechnique	6	☐	☐	☒	☐	☒

* à choix avec Physiologie et représentation du monde extérieur

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

Sensibilisation aux aspects historiques, socio-culturels et écologiques de la technique. Introduction à STS (Science, Technique et Société) et à la problématique Homme - Technique - Environnement (HTE). L'étudiant maîtrisera les grandes lignes du développement scientifique et technologique de la civilisation occidentale. Il sera capable de situer ce développement dans son cadre interculturel et écologique global : la Biosphère de la planète Terre et la diversité des civilisations.

CONTENU

1. Introduction générale

La technique comme thème des rapports Homme-Nature. Diversité culturelle et pluralité des techniques (genres de vie). Une nouvelle perspective critique : STE (Science, Technique et Société). L'histoire de la technique et ses rapports avec l'histoire des sciences : aperçu méthodologique et orientation bibliographique.

2. Les racines historiques de la révolution industrielle

Vitrume et l'héritage de l'Antiquité gréco-romaine. L'essor technique de l'Europe médiévale. Les artistes-ingénieurs de la Renaissance. "La science des ingénieurs" (Bélibor) de l'Europe classique et la raison d'Etat. "L'architecture hydraulique" : le paradigme vitruvien de la technologie du siècle des Lumières. La profession d'ingénieur : de la révolution industrielle au développement économique. L'exemple des deux Carnot. Sadi Carnot, la thermodynamique et la "révolution carnotienne".

3. Évolution de la technique et problématique de l'évolution

Les principales mutations de "l'histoire naturelle de la nature" (S. Moscovici). Histoire des techniques et "révolutions scientifiques". La paradigme énergétique, le concept de Biosphère (Vernadsky) et la dimension écologique de l'évolution des systèmes techniques. Les révolutions énergétiques. L'interprétation "bioéconomique" de l'évolution technique de l'humanité (A. Lotka, V. Vernadsky, F. Meyer, N. Georgescu-Roegen).

4. Histoire de la technique et écologie globale

Le crise de l'environnement et l'émergence politique de l'écologie. Le débat Lynn White : "Les racines historiques de notre crise écologique". La problématique mondiale et les limites à la croissance : évolution du débat lancé par le Club de Rome (1972). L'aspect technique des grands problèmes d'environnement global de l'activité humaine dans la Biosphère, à la lumière de la bioéconomie (ou économie écologique) et de la théorie Gaïa (la théorie de la Biosphère de Lovelock et Margulis). Le concept de métabolisme industriel et la naissance de l'écologie industrielle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposés et séminaires

DOCUMENTATION: Textes et documents distribués par l'enseignant.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour

Projet STS

Titre :		MESURES DES DÉFORMATIONS PAR INTERFÉROMÉTRIE HOLOGRAPHIQUE ET MÉTHODES APPARENTÉES							
Enseignant :		P. JACQUOT, Professeur titulaire EPFL/DGC							
Heures totales :		28	Par semaine :		Cours	2	Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches				
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques	
Physique		6	☐	☐	☒	☐		☒	
.....			☐	☐	☐	☐		☐	
.....			☐	☐	☐	☐		☐	
.....			☐	☐	☐	☐		☐	

OBJECTIFS

A l'issue du cours, l'étudiant doit :

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES MATÉRIAUX I, II							
Enseignant : W. BENOIT, L. ZUPPIROLI, J.L. MARTIN, Professeurs EPFL/DP							
Heures totales : 56/56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : ☒ 7

Étude de la structure et des propriétés mécaniques des solides réels (par opposition aux cristaux parfaits). Les défauts et plus généralement le désordre atomique et moléculaire déterminent largement le comportement de ces matériaux.

CONTENU

1. Les défauts dans les cristaux

Défauts ponctuels d'équilibre thermique et de stoechiométrie, diffusion.
Dislocations et disclinaisons.
Mâcles et fautes d'empilement.

2. Verres et polymères : du solide amorphe au désordre structural à plusieurs échelles

La topologie du désordre et ses méthodes de caractérisation.
Les propriétés caractéristiques des matériaux fortement désordonnés.

3. Déformation plastique et rupture des métaux et alliages

Déformation plastique et propagation des dislocations.
Rupture et propagation fragile ou ductile des fissures.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral avec exercices en classe.

DOCUMENTATION : J.P. Hirth and J. Lothe,
Theory of Dislocations, John Wiley & Sons (1982), ou Krieger
publishing company (1992)
R. Zallen,
The Physics of Amorphous Solids, John Wiley & Sons (1983)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE I						
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

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

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

Méthode de Wigner-Seitz et cohésion des solides.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle.

DOCUMENTATION : N.W. Ashcroft + N.D. Mermin Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DU SOLIDE AVANCÉE II						
Enseignant : A. QUATTROPANI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

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

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices (dont une partie est assistée par ordinateur) en salle.

DOCUMENTATION: N.W. Ashcroft + N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt + Rinehart + Winston, N.Y. 1976). Notes de cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : MÉTHODES EXPÉRIMENTALES EN PHYSIQUE I, II							
Enseignant : A. CHÂTELAIN, Professeur EPFL/DP, P. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME & J.D. GANIÈRE, Chargé de cours EPFL/DP							
Heures totales : 56/56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 7

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

CONTENU

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

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE I						
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- I. Présentation de diverses approches à la description des phénomènes irréversibles:
 - marches aléatoires
 - mouvement brownien
 - processus markovien et gaussien
 - équation de Langevin
 - équation de Fokker-Plank
 - équations maîtresses
 Application à des situations physiques diverses.
- II. Théorie de la réponse linéaire et fonctions de corrélation temporelles:
 - fonctions de réponse
 - théorème de fluctuation - dissipation
 - coefficients de transport et formules de Kubo.

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE STATISTIQUE AVANCÉE II							
Enseignant : P.A. BARÈS, Professeur assistant EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION :

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

Préalable requis : Physique statistique de 3e année

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE AVANCÉE I						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

Introduction à la théorie des collisions

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

Mécanique quantique semi-classique

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

Théorème adiabatique

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Mécanique quantique

Préparation pour :

Physique matière condensée, physique théorique, chimie physique

Titre : PHYSIQUE QUANTIQUE AVANCÉE II						
Enseignant : Ph. MARTIN, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

Physique atomique et moléculaire

Atomes à plusieurs électrons

Symétries en mécanique quantique.

Approximation du champ central (Hartree-Fock).

Classification des atomes et tableau de Mendéléév.

Théorie de Thomas-Fermi.

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

Atomes en champs extérieurs électriques et magnétiques.

Molécules

Approximation de Born-Oppenheimer.

Principes de la liaison moléculaire.

Molécules diatomiques, états vibratoires et rotationnels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Mécanique quantique

Préparation pour :

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

Titre : INTRODUCTION À L'ÉLECTRODYNAMIQUE ET OPTIQUE QUANTIQUES						
Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

Théorie quantique du rayonnement électromagnétique

- Formulation hamiltonienne de la théorie classique, puis quantique, du rayonnement électromagnétique.
- Relations de commutation fondamentales, opérateurs de champ et équations de champ.
- Opérateurs de création et d'annihilation de photons.
- Polarisation et hélicité du photon.
- Rayonnement quantique de courants classiques.

Notions d'optique quantique

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

Emission et absorption de photons par un atome

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Physique quantique I, II. Electrodynamique.
Optique quantique. Physique du laser. Problème à n-corps.
Chapitres choisis de Physique de la matière condensée II.
Théorie quantique des champs.

Titre : OPTIQUE QUANTIQUE						
Enseignant : P. SCHWENDIMANN, Privat-docent						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Introduction à l'électrodynamique et optique quantiques
Préparation pour :

Titre : ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE						
Enseignant : F. REUSE, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Théorie de Dirac de l'électron relativiste

- L'équation de Dirac pour l'électron libre et discussion de sa covariance relativiste.
- Observables du moment cinétique et de l'hélicité.
- Interprétation des solutions de l'équation de Dirac libre.
- L'interprétation du vide et le positron.
- L'équation de Dirac pour un électron en présence d'un champ électromagnétique extérieur.
- L'atome d'hydrogène relativiste.
- La transformation de Foldy-Wouthuysen et la limite non relativiste de l'équation de Dirac.

Processus d'interaction entre électrons et photons

Interaction électron de Dirac – champ électromagnétique quantique. Schéma général d'une approche perturbative au 2ème ordre.

Applications

- i) Effet Compton
- ii) Annihilations de paires en 2 photons
- iii) Le rayonnement de freinage d'un électron en présence d'un champ extérieur
- iv) Création d'une paire électron-positron par un photon en présence d'un noyau.

Corrections radiatives

- i) Self énergie, moment magnétique anormal de l'électron
- ii) Polarisation du vide, Lamb shift.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Physique quantique I et II. Electrodynamique.

Préparation pour :

Éléments de relativité restreinte

Théorie quantique des champs.

Physique des particules élémentaires.

Titre : MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE						
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, Ph. BUFFAT, Professeur titulaire EPFL/CIME						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	7	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

THÉORIE SUCCINCTE DE LA DIFFUSION DES ÉLECTRONS PAR UN CRISTAL : expression générale de l'amplitude et de l'intensité diffusées. Facteur de diffusion atomique, effet de l'agitation thermique. Diffraction en faisceau parallèle ou convergent, condition de Bragg, réseau réciproque et sphère d'Ewald. Contraste d'absorption, de diffraction, de phase. Application à l'observation de défauts et de microstructures. Images en haute résolution.

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

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

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

MICROANALYSE PAR PERTE D'ÉNERGIE D'ÉLECTRONS TRANSMIS : principe, spectromètre et détecteur, spectre, analyse qualitative/quantitative, structure fine.

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices et démonstrations concernant des problèmes concrets abordés dans l'Ecole.

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

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

Titre : CARACTÉRISATION DES MICROSTRUCTURES						
Enseignant : J.L. MARTIN, Professeur EPFL/DP, Ph. BUFFAT, P. STADELMANN, Professeurs titulaires EPFL/CIME						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 2				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- COURS

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

- TRAVAUX PRATIQUES

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

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

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

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

Titre : ANÉLASTICITÉ ET PLASTICITÉ DES MILIEUX SOLIDES ORDONNÉS						
Enseignant : G. GREMAUD, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

Caractérisation des propriétés élastiques, anélastiques et plastiques des milieux solides ordonnés et introduction à la dynamique des dislocations.

CONTENU

I Fondements de la théorie des milieux continus

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

II Incompatibilités topologiques : les "charges plastiques"

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

III Anélasticité et plasticité dues aux dislocations

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

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

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES A SEMICONDUCTEURS						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis :

Préparation pour :

Cours d'introduction en Electronique et Physique du Solide.
Dispositifs optiques à semiconducteurs, laboratoire et projets.

Titre : DISPOSITIFS OPTIQUES A SEMICONDUCTEURS						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- Matériaux semiconducteurs pour l'optoélectronique**
- Interactions lumière-matière dans les semiconducteurs**
Absorption, émission spontanée, émission stimulée de radiation, fonction diélectrique complexe, constantes optiques.
- Photodétection**
Photoconducteurs, photodiodes à jonction p-n, p-i-n, avalanche, photodiodes. Métal-Semiconducteur-Métal, détecteurs à couplage de charge. Photorécepteurs intégrés. Réponse spectrale, sensibilité, bruit.
- 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.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS:

Préalable requis : Dispositifs électroniques semiconducteurs

Préparation pour : Laboratoire et projets.

Titre : GÉNIE MÉDICAL I : PHYSIQUE DU SYSTÈME CARDIO-VASCULAIRE						
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- **Introduction :**
Physique de la matière vivante et génie médical;
éléments d'anatomie et de physiologie du système cardio-vasculaire
- **Propriétés physiques du sang :**
Constituants et rhéologie du sang; propriétés mécaniques des globules rouges;
propriétés électriques du sang
- **Biomécanique et hémodynamique cardiaques :**
Électrophysiologie, structure fractale et processus chaotique; activité mécanique du cœur;
biomécanique du muscle cardiaque; éjection dans le système artériel, effet Windkessel
- **Système artériel :**
Structure, propriétés biomécaniques passives et actives de la paroi artérielle; écoulement pulsé dans un tube rigide, modèle de Womersley; propagation des ondes de pression et de vitesse dans un tube élastique; atténuation et réflexions d'ondes; modèles du système artériel; interactions sang-paroi artérielle
- **Microcirculation :**
Hémodynamique des capillaires; mécanismes de transport de substance
- **Système veineux :**
Biomécanique de la paroi; écoulement dans un tube collable; phénomène "Waterfall"

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

DOCUMENTATION : Cours photocopiés et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : GÉNIE MÉDICAL II : TECHNIQUES BIOMÉDICALES						
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Cours photocopié et corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS II						
Enseignant : K. APPERT, Chargé de cours EPFL/CRPP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

- I Description cinétique**
 - Fonction de distribution
 - Fluctuations, corrélations, collisions
 - Équations d'évolution (Liouville, Vlasov, Boltzmann)
 - Propriétés de l'équation de Vlasov (conservation, éq. fluides)
- II Les ondes dans un plasma non-magnétisé chaud**
 - Milieu diélectrique
 - Relation de dispersion
 - Tenseur diélectrique et fonction de dispersion
 - Ondes de Langmuir, acoustique-ioniques et électromagnétiques
 - Amortissement de Landau, instabilités
- III Les ondes dans un plasma magnétisé chaud**
 - Résultats nouveaux par rapport au plasma froid
- IV Le modèle MHD**
 - Équations de la MHD idéale, équilibres, configurations
 - Équations linéarisées, principe d'énergie
 - Stabilité
 - Ondes

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : PHYSIQUE DES PLASMAS III						
Enseignant : J.B. LISTER, Chargé de cours EPFL/CRPP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Électrodynamique, Physique des Plasmas I et II

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE I						
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Physique	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique II

Préparation pour :

Titre : CHAPITRES CHOISIS D'OPTIQUE MODERNE II						
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- 1. Dispersion :**
Éléments de la théorie classique et quantique de dispersion. Effet Faraday.
Relations de Kramers-Kronig.
- 2. Optique des cristaux :**
Axes optiques principaux. Activité optique. Symétrie optique des cristaux.
Propagation des ondes dans les cristaux. Réfraction double.
Polarisateurs. Compensateurs optiques.
- 3. Optique non-linéaire :**
Origine de la polarisation non linéaire. Les effets de Pockels et de Kerr. Modulation optique.
Optique intégrée. Doubleur optique. Interactions paramétriques à trois ondes.
Diffusion optique non-linéaire (effets de Raman et de Brillouin).
Interactions à quatre ondes (principes et applications, p.e. conjugaison de la phase).
Impulsions optiques de très courte durée).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices

DOCUMENTATION : Référence à la littérature, polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optique et Électrodynamique
Préparation pour : Travaux pratiques

Titre : PHYSIQUE DES NEUTRONS						
Enseignant : R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Polycopiés + ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Aspects physiques de la production d'énergie

Titre : ASPECTS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE						
Enseignant : R. CHAWLA, Professeur EPFL/DP, P.A. HALDI, Chargé de cours EPFL/DGC						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

Ce cours s'adresse aux étudiants ingénieurs physiciens que les questions énergétiques intéressent. Il se propose de donner une vue générale et globale des aspects physiques et technologiques de la production d'énergie (électrique essentiellement). Une place importante est faite aux considérations de thermodynamique énergétique. Sur le plan des technologies, un accent particulier est mis sur l'énergie nucléaire.

CONTENU

1. L'énergie : bases physiques et thermodynamiques

Définitions, formes d'énergie et conversions / 1er et 2ème principes de la thermodynamique (bilan énergétique, efficacité; bilan exergetique, rendement) / Économie énergétique / Systèmes d'unités.

2. Systèmes de production

A. Systèmes énergétiques non nucléaires

Centrales thermiques classiques / Centrales et aménagements hydro-électrique / Installations utilisant les énergies renouvelables solaire, éolienne, géothermique, de la biomasse, des mers.

B. Centrales nucléaires

Constitution d'un réacteur nucléaire / Rappels de physique des réacteurs / Thermohydraulique du cœur / Contre-réactions de réactivité / Évolution du combustible / Méthodes de contrôle / Description des principales filières / Radioprotection / Sécurité nucléaire / Gestion du combustible irradié / Systèmes avancés.

3. Impacts de la production/distribution d'énergie

Critères techniques / Critères économiques / Impacts sur l'environnement (caractérisation de l'environnement naturel; perturbations anthropiques : polluants chimiques, émissions radioactives, gaz à effet de serre et conséquence climatiques) / Risques sanitaires.

4. Ressources (agents énergétiques non renouvelables)

Caractéristiques physiques et chimiques des combustibles (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire) / Réserves et ressources / Techniques de prospection, d'extraction, de transformation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, séminaire, exercices

DOCUMENTATION : Polycopié + ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique des neutrons

Préparation pour :

Titre : SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES I						
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- **Chaos déterministe** : application logistique et autres exemples
- **Variables aléatoires** : définitions et propriétés, générateurs, 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 multivariables** : méthode du gradient à descente maximum, 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**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique statistique, Analyse numérique, Programmation

Préparation pour :

Titre : SIMULATION NUMÉRIQUE DE SYSTÈMES PHYSIQUES II							
Enseignant : A. BALDERESCHI, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

- **Théorie de la fonctionnelle de densité** : théorèmes de Hohenberg-Kohn, équations de Kohn-Sham, approximation de la densité locale.
- **Solutions autocohérentes pour atomes isolés** : approximation sphérique, méthode d'intégration de Numerov, solution de l'équation de Poisson radiale, exemples.
- **Solutions autocohérentes pour molécules et agrégats atomiques** : choix de la base de représentation, problème aux valeurs propres, méthodes itératives, solutions de l'équation de Poisson en trois dimensions, exemples.
- **Solutions autocohérentes pour les solides** : calcul des bandes d'énergie, méthodes linéaires en énergie, pseudopotentiels, intégrations dans la zone de Brillouin, applications.
- **Dynamique moléculaire classique** : algorithme de Verlet, procédés prédicteur-correcteur, détermination des quantités macroscopiques, méthode du recuit simulé, applications.
- **Dynamique moléculaire ab-initio** : méthode de Car-Parrinello et applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique, Physique des matériaux solides, Analyse numérique, Programmation

Préparation pour :

<i>Titre :</i> CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE I						
<i>Enseignant :</i> vacat EPFL/DP						
<i>Heures totales :</i> 42		<i>Par semaine :</i> Cours 2 Exercices 1 Pratique				
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						<i>Branches</i>
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre :		CHAPITRES CHOISIS EN PHYSIQUE DE LA MATIÈRE CONDENSÉE II : Dynamique de spins et spectroscopie				
Enseignant : J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

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

CONTENU

Dynamique de spins isolés :

Outils de base

Echo de spins : vision classique, traitement quantique

Réponse linéaire :

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

Relaxation : fonctions de corrélations, Bloch-Wangness-Redfield

Applications : imagerie, caractérisation microscopique de processus divers dans les solides

Spectroscopie avancée :

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

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

Cohérence à n quanta : préparation, évolution, conversion

Aspects de magnétismes :

Les couplages indirects : dans les molécules, dans les solides (RKKY)

Le transport électronique dépendant du spin

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices pendant le cours, projet final

DOCUMENTATION : Traités classiques, articles (liste à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Introduction à l'électrodynamique et optique quantique
Physique statistique avancée

Préalable requis : Mécanique quantique

Préparation pour :

Titre : RELATIVITÉ ET COSMOLOGIE I, II						
Enseignant : Ch. GRUBER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42 / 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 7

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

CONTENU

Relativité restreinte :

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

Relativité générale :

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

Cosmologie :

Modèles statiques et évolutifs. Modèle standard.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices.

DOCUMENTATION : Traités de géométrie riemannienne et de relativité générale.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation correspondant au 2e propédeutique de physique

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS						
Enseignant : K. KERN, Professeur EPFL/DP, W.D. SCHNEIDER, Professeur UNIL, R. MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Physique		7	☐	☐	☒	☒ ☐
Physique Faculté.....		7	☐	☐	☒	☒ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

1. Introduction

2. Méthodes expérimentales

- vide et ultra haut vide
- spectroscopie électronique
- spectroscopie vibrationnelle
- diffraction
- microscopie

3. Structure géométrique et dynamique des atomes

4. Propriétés électroniques

5. Adsorption et réactions chimiques

6. Croissance épitaxiale

7. Nanostructuration

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE DES SURFACES, INTERFACES ET CLUSTERS							
Enseignant : W. HARBICH, Chargé de cours EPFL/DP							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

- Comment fait-on des agrégats de taille comprise entre quelques atomes et quelques centaines d'atomes ?
- Comment peut-on mesurer leur taille et les trier en masse ?
- Combien d'atomes faut-il pour que les propriétés d'un agrégat s'approchent de celles d'un métal ?
On développera en particulier le modèle en couche et décrira les propriétés optiques, magnétiques, etc.
- Que sait-on de la structure géométrique des agrégats ?
On décrira en particulier le comportement différent des agrégats à liaison de type van der Waals et métalliques
- Le C_{60} , les fullerènes, les nanotubes et leurs propriétés.
- Que se passe-t-il lorsqu'on dépose les agrégats sur une surface ?
Méthodes expérimentales (par ex. STM). Problème de "softlanding".
Que sait-on des interactions agrégat-surface ?
- Peut-on attendre des propriétés nouvelles des matériaux formés à partir d'agrégats ?

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : SCIENCES DU VIVANT I						
Enseignant : H. VOGEL, Professeur EPFL/DC						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

Comprendre et savoir interpréter les principales actions biochimiques et le fonctionnement des cellules comme conséquence des propriétés des molécules, notamment des molécules de protéine dont sont construites les êtres vivants.

CONTENU

1. Biochimie des systèmes vivants

- Briques moléculaires de construction des êtres vivants : 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

- Elucidation de la structure des protéines, des membranes et des ADN.
- Relation structure primaire - structure tertiaire 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 du vivant

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

4. Structure de la cellule

- 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.

5. Génie des protéines par la biologie moléculaire

- Recherche et ingénierie des gènes.
- Cellules hôtes et vecteur : plasmides, virus.
- Expression des protéines. Transcription, traduction, modification post-traductionnelles et sécrétion.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Science du vivant, cours avancés : "Energie + matière, biomécanique" ou "Biologie de l'information"

Titre : SCIENCES DU VIVANT II : Energie et matière							
Enseignant : O. THOUMINE, Maître d'enseignement et de recherche EPFL/DP							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
Génie Mécanique.....	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

Présenter quelques mécanismes de la physique de la matière vivante impliquant une conversion ou un transport d'énergie ou de matière ainsi que les modèles utiles à leur interprétation.

CONTENU

– Organes / Tissus :

Contraction musculaire : mécanisme de contraction (moteur actine-myosine), modèle de Huxley.

Vasomotricité : activité spontanée des muscles lisses de la paroi des artères musculaires et comportement chaotique de ce rythme biologique, modèle microscopique.

Dynamique de la croissance des tissus : faits expérimentaux et modèles de l'adaptation des tissus biologiques aux contraintes et déformations mécaniques, exemples de l'os et de la paroi artérielle.

– Cellules / Polymères biologiques :

Morphologie cellulaire : rôle des différents éléments constitutifs des cellules (membranes, squelette, adhésions) dans la forme cellulaire. Modèles pour prédire la morphologie de la cellule et sa réponse aux contraintes mécaniques. Exemples du globule rouge, du globule blanc, du fibroblaste.

Migration cellulaire : exemples du globule blanc, du fibroblaste, du kératinocyte et quelques modèles courants.

Comportement mécanique des filaments du cytosquelette : tests expérimentaux (viscosimétrie, fluctuations thermiques, pinces optiques) et outils théoriques d'analyse.

– Molécules / ions :

Adhésion entre surfaces recouvertes de ligands biologiques : méthodes expérimentales (chambre d'écoulement, micromanipulation) et analyse théorique. Implications pour l'adhésion cellulaire.

Électrophysiologie : potentiel d'action de cellules excitables et propagation des biopotentiels, exemple de l'électrocardiogramme.

Transport de substances : mécanismes utilisés en biologie pour le transport de particules neutres et chargées en milieu liquide ou à travers des membranes semi-perméables, exemple de la microcirculation.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique et mathématiques du premier cycle

Préparation pour :

Titre : PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

1. **Exemples de systèmes non-linéaires en :**
Mécanique, astronomie, dynamique des fluides, réacteurs chimiques, écologie.
2. **Équations différentielles et applications. Points d'équilibre et leur stabilité. Cycles limites et leur stabilité.**
3. **Bifurcations (sous-harmonique, de Hopf,)**
4. **Vers le chaos :**
 - a) Route sous-harmonique
 - b) Route quasi-périodique
 - c) Intermittence

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices

DOCUMENTATION : Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Mécanique, dynamique des fluides

Préalable requis : Mathématiques du 1er cycle. Mécanique

Préparation pour : Cours du semestre d'été sur le chaos. Travail interdisciplinaire

Titre : PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES ET CHAOS						
Enseignant : H. KUNZ, Professeur titulaire EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3,5

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

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. Entropie.
- 4. Chaos quantique**
- 5. Complexité**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

Cours et exercices

DOCUMENTATION :

Polycopié "Chaos et phénomènes non-linéaires"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Mécanique, dynamique des fluides, physique statistique

Préalable requis :

Le cours du 7e semestre

Préparation pour :

Travail interdisciplinaire

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

Rappel des principes de la statistique classique et quantique. Théorie cinétique des gaz. Coefficients cinétiques à basses et hautes températures. La seconde quantification. Gaz électronique dégénéré. Supraconductibilité, Théorie de transport, équation de Boltzmann. Mouvement Brownien. Éléments de la hydrodynamique. Équation de Navier-Stokes. Diffusion, conductibilités électrique et thermique. La fonction de Green. Formule de Kubo-Greenwood.

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

DOCUMENTATION: Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique quantique I et II; Physique statistique I et II.

Préparation pour :

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique théorique avancée I.

Préparation pour :

Titre : ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE III, IV						
Enseignant : B. HAUCK, Professeur UNIL						
Heures totales : 56/56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté	6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

Étudier les conditions physiques qui règnent dans le plus grand laboratoire.
Présenter nos connaissances sur la distribution de la matière dans l'univers et de sa formation, afin de pouvoir nous situer dans l'espace et dans le temps.

CONTENU

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

Introduction, matière interstellaire, évolution stellaire, étoiles doubles et étoiles variables, amas stellaires

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

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

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MODÈLES ET RÉACTIONS NUCLÉAIRES I, II							
Enseignant : C. JOSEPH, Professeur UNIL, A. BAY, Professeur assistant UNIL							
Heures totales : 42/42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 7

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

CONTENU

Rappel des propriétés générales du noyau atomique.

Mouvement d'une particule dans un champ central. Etats liés.

Moments cinétiques et rotations, Spin 1/2. Théorème de Wigner-Eckart.

Le système de deux nucléons, états de diffusion et états liés, le Deuton, la force tensorielle.

Système de A nucléons. Modèles de structure : modèle en couches et modèles collectifs.

Modèle des réactions. La Polarisation. La Capture pionique. Résonances et Noyau composé.

Le Modèle optique, les Réactions directes.

Le Plasma de Quarks et de Gluons. Implication en Astrophysique et Cosmologie.

Production par collision d'ions : Signatures du plasma.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique Nucléaire et Corpusculaire I et II

Préparation pour : Physique Quantique I et II

Titre : PARTICULES ÉLÉMENTAIRES I, II						
Enseignant : A. BAY, Professeur assistant UNIL						
Heures totales : 42/42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 7

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

CONTENU

Introduction :

Le Modèle Standard, une étape vers la Grande Unification.

Rappels :

Détecteurs, accélérateurs, radioactivité, rayonnement cosmique.

Particules, astrophysique et cosmologie.

Relativité restreinte, équations de Klein-Gordon et de Dirac.

Propriétés des particules :

Masse, charge, temps de vie, spin, moment magnétique

Symétries et lois de conservation :

Invariance par translation et rotation, parité, conjugaison de charge, inversion temporelle, violation de P et de CP, théorème CPT, l'isospin.

Introduction à l'électrodynamique quantique, les règles de Feynman, les facteurs de forme.

Partons et quarks :

Diffusion électron-nucléon, annihilation électron-positron, jets et cordes.

L'interaction faible :

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

Modèle des quarks et QCD :

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

Théorie de jauge et le Modèle Standard :

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

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

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Cours de physique nucléaire et corpusculaire I et II
Physique quantique I et II

Préparation pour :

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

Titre : ACCÉLÉRATION DES PARTICULES ET OPTIQUES DES FAISCEAUX						
Enseignant : J.P. PERROUD, Maître d'enseignement et de recherche UNIL						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐
Physique Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Notions de relativité restreinte et d'électrodynamique

Préparation pour :

Titre : DÉTECTION DE PARTICULES IONISANTES						
Enseignant : J.F. LOUDE, Professeur UNIL						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté (dipl.phys.nucléaire)	8	☐	☐	☒	☒	☐
Faculté (cert.phys.nucléaire)	8	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

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

CONTENU

La cellule comme élément de base de l'être vivant, sa structure et son rôle. Éléments structuraux de la matière vivante au niveau moléculaire : amino-acides, protéines, acides nucléiques. Méthodes de séparation des biomolécules. Codages de messages. Le code génétique et la théorie de l'information. Réactions enzymatiques. Modèles mathématiques des épidémies. Transmission du virus HIV. Liaison de ligands sur ADN. Électrodynamique du nerf. Réseaux de neurones. Modèles de la mémoire et de l'acquisition du savoir. Le perceptron et le modèle de Hopfield. Neuroéthologie par ordinateur. *C. elegans* et *P. computatrix*.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique théorique

Préparation pour :

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

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués :

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

CONTENU

Rappel des éléments de la mécanique statistique. Modèle de Ising et ses applications dans la biophysique. Structure et transformation des macromolécules. Chaînes polypeptides et hélices. Thermodynamique des acides désoxyribonucléiques. Processus mécano-chimiques. Le travail physique en biologie : Muscles, flagella, etc. La radioactivité naturelle et artificielle. Effets biologiques de la radiation ionisante. Modèles mathématiques des collectifs biologiques : compétition entre espèces animales. Application de la résonance magnétique nucléaire en biologie. Tomographie.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de physique théorique

Préparation pour :

Titre : THÉORIE QUANTIQUE DES COLLISIONS							
Enseignant : M. CIBILS, Professeur remplaçant UNIL							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	
Physique Faculté	7	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 3.5

Cours avancé de mécanique quantique.

CONTENU

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

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

DOCUMENTATION : Polycopié du cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

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

Titre : CHAMPS QUANTIQUES RELATIVISTES (Chap.choisis de phys. théorique)							
Enseignant : J.J. LOEFFEL, Professeur UNIL							
Heures totales : 42/42		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Physique	7	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Physique Faculté.....	7	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Physique	8	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Physique Faculté.....	8	☐	☐	☒	☒	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 7

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

CONTENU

- Champs classiques**
Champs et systèmes d'oscillateurs harmoniques. Champs relativistes, actions des groupes de Lorentz et de Poincaré. Equations de Klein-Gordon, de Dirac, de Maxwell, de Yang-Mills. Lagrangiennes. Symétries et courants conservés.
- Champs quantiques**
Systèmes de particules indiscernables, espaces de Fock pour bosons et pour fermions. Systèmes d'oscillateurs harmoniques et systèmes de bosons. Champs quantiques relativistes libres. Intégrales fonctionnelles. Problèmes de sources extérieures.
- Champs en interaction**
Matrice S, sections efficaces, taux de désintégration. Matrice S et fonctions de Green. Développement perturbatifs et diagrammes de Feynmann.
- Applications à la physique des particules élémentaires**
- Problèmes plus avancés**
Renormalisation. Resommations. Attaques non perturbatives.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Électrodynamique, Relativité restreinte, Physique quantique I et II.
Préparation pour : Physique théorique, Physique des particules élémentaires.

ENSEIGNEMENTS DE SERVICE ET COURS SPÉCIAUX
LISTE ALPHABÉTIQUE DES ENSEIGNANTS

<i>Nom de l'enseignant</i>	<i>Cours</i>	<i>Section(s)</i>	<i>Page(s)</i>
Ansermet Jean-Philippe	Mécanique générale I, II	E+GM	100, 101
Buttet Jean	Physique générale III	CH	102
Deveaud-Plédran Benoît	Physique générale I, II Optoélectronique	GM MT	103, 104 105
Fivaz Roland	Physique générale I, II Complément de physique	E GM+MT ETS	106, 107 108
Ilegems Marc	Microélectronique Physique des dispositifs semiconducteurs	MT E	109, 110 111
Kapon Eli	Physique générale I, II	MT	112, 113
Kern Klaus	Physique générale III, IV	IN	114, 115
Lévy Francis	Physique du solide Physique et technologie des semiconducteurs	MX MX	116 117
Margaritondo Giorgio	Physique générale I, II	CH	118, 119
Meister Jean-Jacques	Physique générale I, II	GC+GR	120, 121
Monot René	Physique générale III	E	122
Reinhart Franz-Karl	Mécanique générale I, II [cours en allemand]	GC+GR+E+ GM+MT+MX	123, 124
Sanjines Rosendo	Travaux pratiques de physique	ME+MT	125, 126
Schaller Robert	Travaux pratiques de physique	GC+GR+E+ MA+MX	127, 128, 129
Stergiopoulos Nikos	Mécanique générale I, II	GC+GR	130, 131
Tran Minh Quang	Mécanique générale I, II	MT+MX	132, 133
Villard Laurent	Physique générale I, II	IN	134, 135
Zuppiroli Libero	Physique générale I, II	MX+MA	136, 137

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I						
Enseignant : J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Électricité.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Mécanique.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité ETS.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Mécanique ETS.....	1	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Être capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, paramétrisation, choix des repères de projection, inventaire des forces
- applications de l'équation de la quantité de mouvement et de la conservation du moment cinétique
- résolution des équations différentielles dans les cas élémentaires, discussion qualitative des cas complexes

CONTENU

Introduction

Rappel de notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

Oscillateur harmonique

Mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité

Cinématique

Coordonnées curvilignes, formules de Poisson, vitesse angulaire, corps solide indéformable

Changement de référentiel

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

Lois de Newton

d'un système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail

Forces

Friction, gravitation (lois de Kepler, loi de Newton, principe d'équivalence), électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts (ex. fusée)

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés, corrigés d'exercices
(liste à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Bonne formation au niveau maturité
Mécanique générale II, Physique générale, Mécanique appliquée,
Résistance des matériaux

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II	
Enseignant : J.Ph. ANSERMET, Professeur EPFL/DP	
Heures totales : 56	Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique
Destinataires et contrôle des études :	
Section(s)	Semestre Oblig. Facult. Option Branches Théoriques Pratiques
Électricité.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Génie Mécanique.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Electricité ETS.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Génie Mécanique ETS.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐

OBJECTIFS

Être capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, choix des repères de projection, inventaire des forces
- applications de l'équation du moment cinétique et discussion qualitative
- calcul de moments d'inertie et de positions de centres de masse
- expression de lagrangiennes, dérivation des équations du mouvement.

CONTENU

Dynamique du corps solide indéformable

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique, axe de rotation fixe, effets gyroscopiques

Mécanique analytique

Équations de Lagrange, traitement des contraintes, oscillations autour d'une position d'équilibre

Introduction à la mécanique du solide déformable

Chaînettes et cordes. Notions de contrainte et de déformation. Corps élastique isotrope.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés, corrigés d'exercices
(liste à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I, Analyse I

Préparation pour : Physique Générale, Mécanique appliquée,
Résistance des matériaux

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III						
Enseignant : J. BUTTET, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Chimie.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Chimie Faculté.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce semestre de physique générale est consacré à l'électrodynamique et à l'optique physique. Il s'agit de connaître les phénomènes physiques, de découvrir sous la variété des phénomènes les lois fondamentales qui les régissent et leurs relations, et d'être capable d'appliquer les concepts acquis à un certain nombre de problèmes concrets, en utilisant en particulier le langage mathématique.

CONTENU

Propriétés électriques statiques du vide et de la matière :

Faits expérimentaux, le champ électrique et les deux lois fondamentales d'électrostatique, les propriétés des conducteurs, le courant électrique et les circuits RC. Les champs dans la matière et la constante diélectrique.

Propriétés magnétiques statiques du vide :

Faits expérimentaux, le champ magnétique et les deux lois fondamentales d'électrostatique, les sources de champ magnétique, la loi de Biot-Savart.

Champs électromagnétique dépendant du temps

La loi d'induction, induction mutuelle et self-induction, le courant de déplacement et les équations de Maxwell.

Propriétés magnétiques des matériaux

Faits expérimentaux, champs magnétiques dans la matière, dia-, para-, et ferro-magnétiques, l'électro-aimant.

Ondes électromagnétiques

Propagation des ondes E.M. dans le vide et dans un milieu diélectrique, l'énergie électromagnétique.

Optique physique

Divers phénomènes et expériences basés sur les notions d'interférence et de diffraction de la lumière, le pouvoir de résolution, la polarisation de la lumière.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral

DOCUMENTATION : Résumés distribués pendant le cours
University Physics de Alvin Hudson et Tex Nelson

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale I, II, cours Mathématiques I, II
Préparation pour : Spectroscopie/liaison chimique, Electrochimie

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I						
Enseignant : B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Génie Mécanique.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Mécanique ETS.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possédera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU

Thermodynamique :

Description macroscopique et microscopique d'un gaz parfait. Variables et fonctions d'état, changements de phases. Notions de physique statistique, théorie moléculaire, chaleur, entropie, température. Premier et deuxième principe de la thermodynamique, réversibilité, cycle de Carnot, rendement des machines thermiques. Changements de phase.

Électricité et magnétisme :

Électrostatique, champ électrique, potentiel. Théorème de Gauss, conducteurs, capacités. Courant électriques stationnaires, loi d'Ohm, lois de Kirchhoff. Magnétostatique, induction, courants de Foucault, self induction, induction mutuelle, transformateurs. Circuits électriques simples : RC, LC, RL, RLC. Equations de Maxwell, ondes électromagnétiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices

DOCUMENTATION : Giancoli, Physique générale 1, 2, 3,
Serway, Physique générale 1, 2, 3, Ed. de Boeck

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II						
Enseignant : B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Mécanique.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Mécanique ETS.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Donner à l'étudiant les notions de base nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle. Il sera capable de prévoir quantitativement les conséquences de ces phénomènes avec les outils théoriques appropriés. Il possèdera en physique une culture générale indispensable à un ingénieur de bon niveau.

CONTENU

Phénomènes ondulatoires :

Étude phénoménologique de diverses ondes (acoustiques, élastiques, électromagnétiques). Modélisation de l'onde acoustique. Équation de d'Alembert. Superposition d'ondes, interférences battements, diffraction, réflexion.

Optique :

Dualité corpusculaire et ondulatoire. Réflexion, réfraction, lentilles, instruments d'optique. Principe de Huygens, interférences, Michelson, diffraction, polarisation. Holographie, biréfringence, laser.

Physique quantique et Physique atomique :

Nécessité d'une description quantique, effet photoélectrique, dualité onde particule, spectres atomiques. Mécanique quantique, principe de Heisenberg. Équation de Schrödinger, particule libre, puits quantique, effet tunnel. Vision quantique des atomes. Molécules et solides.

Mécanique des fluides :

Fluides incompressibles, conservation de masse. Équations d'Euler et loi de Bernoulli. Théorèmes de circulation. Phénomènes capillaires.

Introduction à la physique nucléaire :

Stabilité des atomes, phénomènes de fission et de fusion, réaction en chaîne, mécanismes de récupération de l'énergie. Produits de fission, sécurité des installations.

Relativité restreinte - Astrophysique :

Relativité Galiléenne, expérience de Michelson et Morley. Postulats de la relativité restreinte. Simultanéité, espace à 4 dimensions. Transformations de Lorentz, $E=mc^2$. Introduction aux descriptions actuelles de l'astrophysique, théorie de Big Bang.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec nombreuses expériences de cours et exercices

DOCUMENTATION : Giancoli, Physique générale 1, 2, 3, Serway, Physique générale 1, 2, 3, Ed. de Boeck

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : OPTOÉLECTRONIQUE	
Enseignant : B. DEVEAUD-PLÉDRAN, Professeur EPFL/DP	
Heures totales : 28	Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique
Destinataires et contrôle des études :	
Section(s)	Semestre Oblig. Facult. Option Branches Théoriques Pratiques
Microtechnique	7 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

- Notions de base, rappels :**
Photons, rayonnement lumineux, corps noir, interaction rayonnement-semiconducteur
Semiconducteurs, électrons, trous, phonons, statistique de Fermi, jonction p-n et Schottky.
- Principes de base de l'effet laser :**
Relations d'Einstein, critère Bernard-Durraffourg, gain, émission stimulée
Oscillation laser, blocage de modes.
- Lasers à semiconducteurs et diodes électroluminescentes :**
DEL, spectre d'émission, homojonctions, hétérojonctions, puissance, rendement, modulation
Laser à double hétérojonction, à puits quantique, laser GRINSCH, à rétroaction distribuée.
- Photodétecteurs :**
Photoconducteur (intrinsèque, extrinsèque), photodiode p-n, p-i-n, à avalanche, phototransistor, dispositif à couplage de charge, détecteurs infrarouge à puits quantique.
- Modulateurs de lumière :**
Biréfringence, électro-absorption, effet Pockels, effet Kerr, bistabilité, cristaux liquides
Effet acousto-optique, effet Faraday, effet Stark confiné dans un puits quantique
- Dispositifs de visualisation :**
Luminescence, phosphorescence, cathodoluminescence, tube cathodique
Électroluminescence, écran plat, dispositifs à cristaux liquides, écran à plasma.
- Guides optiques - Fibres optiques :**
Guides d'onde plans, guides diélectriques, modes, couplage de la lumière
Fibres à saut d'indice, à gradient d'indice, modes, dispersion.
- Systèmes de télécommunication optique :**
Fibres optiques, sources lumineuses, détecteurs
Modulation, multiplexage temporel et fréquentiel, performance des systèmes, bilan de liaison.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral ex cathedra

DOCUMENTATION : Cours photocopié, Fundamentals of Photonics, Saleh Teich, J. Wiley

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique des dispositifs à semiconducteurs

Préparation pour : Optique ondulatoire et optique guidée : communications optiques

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I						
Enseignant : R. FIVAZ, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Racc. ETS Electricité		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Formuler les principes de la thermodynamique et de la théorie des ondes
- Décrire les transformations thermodynamiques et la propagation des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Équilibre thermique et chaos moléculaire, équations d'état
- Travail, chaleur, premier principe, rendement des machines thermiques
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques
- Applications : changements de phases, capillarité, diffusion
- Équations d'onde et solutions, impédance, intensité
- Superpositions d'ondes : réflexion et transmission, ondes stationnaires, interférence et diffraction.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés
(Liste de références à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral, mécanique générale
Préparation pour : Physique générale III, cours du 2e cycle

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II						
Enseignant : R. FIVAZ, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Electricité.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité ETS.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Électrostatique, magnétostatique; champs dans la matière
- Champs dépendant du temps, loi d'induction, équations de Maxwell, ondes électromagnétiques
- Dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernoulli, de Navier-Stokes
- Portance, tourbillons, similitude, turbulence.

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

DOCUMENTATION : Polycopiés
(Liste de références à disposition au secrétariat du DP)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral, mécanique générale
Préparation pour : Physique générale III, cours du 2e cycle

Titre : COMPLÉMENTS DE PHYSIQUE						
Enseignant : R. FIVAZ, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 28		Par semaine : Cours 1 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Mécanique.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique ETS	1	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Formuler les principes de la thermodynamique
- Décrire les transformations thermodynamiques
- Décrire les phénomènes physiques relevant de cette théorie

CONTENU

- Équilibre thermique et chaos moléculaire, équations d'état
- Travail, chaleur, premier principe, rendement des machines thermiques
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques
- Application : changement de phase

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

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral, mécanique générale
Préparation pour : Physique générale III, cours du 2e cycle

Titre : MICROÉLECTRONIQUE I - Dispositifs							
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique	5	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement des composants semiconducteurs intégrés et leur description en termes de modèles électriques.

CONTENU

1. Propriétés électroniques du silicium

Modèle de bandes, statistique des porteurs libres, mobilité, durée de vie et longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Équations de continuité.

2. Diode à jonction

Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristiques courant-tension. Capacité de jonction. Modèle en régime statique et dynamique.

3. Contact métal-semiconducteur

Barrière de potentiel interne. Rôle des états de surface. Capacité de jonction. Caractéristiques courant-tension. Contact ohmique.

4. Transistor bipolaire à jonction

Équations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon.

5. Transistor à effet de champ à jonction

Structures JFET et MESFET. Équations de fonctionnement.

6. Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS

Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension. Analyse hors équilibre.

7. Transistor MOS

Fonctionnement en régime linéaire et saturation, modèle du canal graduel, modèle de Pao-Shah. MOS en faible inversion. Effets de canal court. Schémas équivalents.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Cours d'introduction en Électronique et Physique du solide

Préparation pour :

Conception de circuits intégrés, Microélectronique II, Optoélectronique, Laboratoire et projets.

Titre : MICROÉLECTRONIQUE						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les aspects scientifiques et pratiques des procédés de fabrication de composants et de circuits intégrés.

CONTENU

1. Introduction

- Étapes de la fabrication d'un circuit intégré
- Familles de technologies (MOS et bipolaires)

2. Croissance et préparation des substrats monocristallins

3. Élaboration de couches minces

- Oxydation thermique
- Dépôt de couches métalliques et diélectriques

4. Texturation des couches minces

- Photolithographie et masques
- Gravure

5. Dopage sélectif

- Implantation ionique
- Diffusion

6. Filières complètes CMOS / bipolaires

- Simulation des procédés de fabrication
- Règles de plans de masques
- Notion de rendement et de fiabilité

7. Assemblage de circuits intégrés

- Techniques de montage et encapsulation
- Tests

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Cours d'introduction en Électronique et Physique du solide
Conception de circuits intégrés, Microélectronique II,
Optoélectronique, Laboratoire et projets.

Titre : PHYSIQUE DES DISPOSITIFS SEMICONDUCTEURS						
Enseignant : M. ILEGEMS, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité : I + GE	5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement des composants semiconducteurs intégrés et leur description en termes de modèles électriques.

CONTENU

1. Propriétés électroniques du silicium

Modèle de bandes, statistique des porteurs libres. Propriétés de transport, mobilité, durée de vie et longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.

2. Technologie du silicium

Introduction aux principaux procédés de fabrication.

3. Diode à jonction

Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristiques courant-tension. Capacité de jonction. Modèle en régime statique et dynamique.

4. Contact métal-semiconducteur

Barrière de potentiel interne. Rôle des états de surface. Capacité de jonction. Caractéristiques courant-tension. Contact ohmique.

5. Transistor bipolaire à jonction

Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon.

6. Transistor à effet de champ à (hétéro)jonction

Structure JFET, MESFET et HFET. Principes et équations de fonctionnement.

7. Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS

Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension. Analyse hors équilibre.

8. Transistor MOS

Régimes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles en forte et faible inversion. Comportement à canal court. Modélisation.

9. Mémoires MOS non-volatiles

Mécanismes d'inscription et d'effacement. Structures à grille flottante. Rétention, endurance.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Cours d'introduction en Électronique et Physique du solide

Préparation pour :

Conception de circuits intégrés, Optoélectronique, Laboratoire et projets

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I : Thermodynamique et ondes							
Enseignant : E. KAPON, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

- Formuler les principes de la thermodynamique et de la théorie des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces domaines et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

CONTENU

Thermodynamique :

- La théorie cinétique des gaz
- Le principe d'équipartition; la loi de Boltzmann
- Travail; chaleur; premier principe
- Rendement de machines thermiques; deuxième principe
- Entropie; potentiels thermodynamiques

Ondes :

- Équations d'onde et solutions
- Réflexion et transmission
- Superposition des ondes; ondes stationnaires
- Interférence et diffraction
- Dispersion

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

DOCUMENTATION : Polycopiés et références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral, mécanique générale

Préparation pour : Cours du 2e cycle

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II : Électrodynamique, hydrodynamique							
Enseignant : E. KAPON, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
					Théoriques	Pratiques	
Microtechnique.....	3	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

- Formuler les principes de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces domaines et montrer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

CONTENU

Électricité et Magnétisme :

- Charges et champs électriques; le théorème de Gauss
- Potentiel électrique; capacité et diélectriques
- Conduction électrique
- Champs magnétiques; le théorème d'Ampère
- Champs dépendant du temps; la loi de Faraday; l'inductance
- Les équations de Maxwell; ondes électromagnétiques

Hydrodynamique :

- Dynamique des fluides parfaits ou visqueux
- Écoulement laminaire et turbulent

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

DOCUMENTATION : Polycopiés et références à la littérature

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral, mécanique générale

Préparation pour : Cours du 2e cycle

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III							
Enseignant : K. KERN, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Informatique	3	☒	☐	☐	☒	☐	
Informatique ETS	3	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

CONTENU

III. Électricité et Magnétisme

- III.1 Champ électrique
- III.2 Théorème de Gauss
- III.3 Potentiel électrique
- III.4 Polarisation de la matière
- III.5 Courant électrique et conductivité électrique
- III.6 Champs magnétiques
- III.7 Magnétisme dans la matière
- III.8 Sources de champ magnétique
- III.9 Induction électromagnétique

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

DOCUMENTATION : Alonso-Finn; Physique générale II, Serway : Physique 2, Giancoli : Physique générale 2

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale I et II
Préparation pour : Physique générale IV

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE IV						
Enseignant : K. KERN, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique	4	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique ETS	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaissances et compréhension des phénomènes physiques et des lois qui les gouvernent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Mettre en évidence les applications en science et technique.

CONTENU

IV. Optique

- IV.1 Ondes électromagnétiques
- IV.2 Lumière, optique géométrique
- IV.3 Interférence
- IV.4 Diffraction et polarisation

V. Physique moderne

- V.1 Introduction à la physique quantique
- V.2 Mécanique quantique
- V.3 Physique atomique
- V.4 Liaisons chimiques : molécules
- V.5 Liaisons chimiques : solides

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

DOCUMENTATION : Alonso-Finn; Physique générale II, Serway : Physique 3, Giancoli : Physique générale 3

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale I, II et III

Préparation pour :

Titre :		PHYSIQUE DU SOLIDE				
Enseignant :		F. LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP				
Heures totales : 42		Par semaine : Cours 3			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Matériaux.....		5	☒	☐	☐	☒ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 1

- Présenter de façon phénoménologique les propriétés physiques de l'état solide.
- Introduire les modèles permettant d'interpréter les propriétés fondamentales.
- Rendre capables d'apprécier la nature, l'origine et l'importance des phénomènes.
- Connaître les principales méthodes d'analyse et de mesure.

CONTENU

- **L'état solide** : Réseau périodique – réseau réciproque – zone de Brillouin.
- **Dynamique des réseaux et phonons** : Énergie interne – capacité thermique (Debye) – modèles linéaires des vibrations thermiques – conditions aux limites cycliques – loi de dispersion – phonon – dilatation et conduction thermiques.
- **Les électrons** : Gaz d'électrons libres – densité d'états – plasmons – statistique de Fermi-Dirac – spectroscopies – capacité thermique – conduction électrique – effet Hall – conduction thermique.
- **Bandes d'énergie électronique** : Orbitales cristallines – potentiel périodique – approximation de la liaison forte – structure de bande – densité d'états – masse effective – électron/trou – métal/isolant/semiconducteur.
- **Phénomènes de transport électronique** : Équation de Boltzmann – temps de relaxation – conduction des métaux – effets thermoélectriques.
- **Propriétés des diélectriques** : Polarisation/moments dipolaires – permittivité – polarisabilités électronique et ionique – ferroélectriques – indice de réfraction – réflectivité et absorption optique.
- **Magnétisme** : Diamagnétisme – moments magnétiques – structure des atomes – paramagnétisme (classique, quantique) – ferromagnétisme.

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

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés en classe : Traité des Matériaux, vol. 8 & 18

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale I-II. Cristallographie. Chimie. Thermodynamique
Préparation pour : Propriétés physique des matériaux, semiconducteurs, microélectronique

Titre : PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS							
Enseignant : F. LÉVY, Professeur titulaire EPFL/DP							
Heures totales : 28		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Matériaux.....		6	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Nombre de crédits attribués : 1

- Comprendre les propriétés physiques des semiconducteurs.
- Être capable d'expliquer les principes et le fonctionnement des dispositifs à semiconducteurs.
- Indiquer des solutions à des problèmes techniques fondés sur des systèmes à semiconducteurs.
- Introduire les technologies des matériaux semiconducteurs et de la microélectronique.

CONTENU

- **Les semiconducteurs classiques** : Caractéristiques physiques, structure de bande, matériaux associés.
- **Statistiques des porteurs de charge dans les semiconducteurs** : Semiconducteur non-dégénéré, dégénéré, intrinsèque, dopé.
- **Semiconducteur à l'équilibre** : Équilibre, neutralité, semiconducteur de type n, compensation, jonction pn à l'équilibre.
- **Semiconducteur hors équilibre** : Charge d'espace, courant électrique : conduction et diffusion, génération et recombinaison de porteurs, équation de continuité, jonction pn sous tension.
- **Dispositifs et composants de base** : Jonction pn, surface d'un semiconducteur, jonction métal/semiconducteurs, transistor bipolaire, transistors à effet de champ.
- **Technologie du silicium** : Extraction/synthèse/purification, tirage de monocristaux, dopage.
- **Fabrication de circuits intégrés** : Usinage et caractérisation des tranches, épitaxie, oxydation, métallisation, implantation d'ions et diffusion, lithographie, gravure.

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

DOCUMENTATION : Traité des Matériaux, vol. 18 : Physique et technologie des semiconducteurs (PPUR 1995)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique du solide, physique générale, électrodynamique
Préparation pour : Propriétés physique des matériaux. Projets.

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I						
Enseignant : G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Chimie.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
Chimie Faculté.....	1	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant/e possédera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

CONTENU

Mécanique :

1. Mécanique des particules : cinématique, loi de Newton et dynamique, énergie
2. Mécanique des ensembles de particules : loi de conservation
3. Mécanique des corps solides
4. Questions de référentiel et éléments de relativité.

Physique des fluides :

1. Hydrostatique
2. Dynamique sans viscosité : théorèmes d'Euler et de Bernoulli
3. Viscosité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés (Alonso-Finn : PHYSIQUE GÉNÉRALE) et notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Utilisation progressive d'Analyse I
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II						
Enseignant : G. MARGARITONDO, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 4 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Chimie.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
Chimie Faculté.....	2	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant/e possèdera les notions de base nécessaires à la compréhension de la méthode de la physique et des phénomènes dans toutes les branches de la physique de base. Plus spécifiquement, il/elle sera capable d'appliquer les outils mathématiques appropriés à la prévision et la compréhension des phénomènes. Le cours est axé sur les notions les plus intéressantes pour le domaine de la chimie.

CONTENU

Thermodynamique élémentaire :

1. Méthodes statistiques
2. Théorie cinétique du gaz parfait
3. Équation de van der Waals et transition de phase
4. 1er et 2e principes : énergie interne et entropie
5. Transfert de chaleur : conduction, convection, rayonnement.

Électromagnétisme (début)

1. Électrostatique : champ électrique, potentiel, théorème de Gauss, capacité
2. Courant stationnaire : résistivité, loi d'Ohm
3. Magnétostatique : champ B, lois générales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral avec présentation d'expériences et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I							
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie Civil.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Génie Rural.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

- Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.
- Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

CONTENU

- **Physique des fluides :**
Cinématique des fluides; dynamique des fluides parfaits, équations d'Euler et de Bernoulli; écoulement d'un fluide visqueux, équation de Navier-Stokes; écoulements laminaire et turbulent.
- **Thermodynamique :**
Système thermodynamique; équilibre thermique; échanges d'énergie, premier principe; réversibilité, entropie, deuxième principe; potentiels thermodynamiques; changements de phase; introduction à la physique des surfaces; introduction à la thermodynamique des processus irréversibles.
- **Phénomènes de transport :**
Conduction de la chaleur, diffusion de matière; convection; rayonnement.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation niveau maturité
Préparation pour : Physique générale II

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II	
Enseignant : J.J. MEISTER, Professeur EPFL/DP	
Heures totales : 70	Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique
Destinataires et contrôle des études :	
Section(s)	Semestre
Génie Civil.....	3
Génie Rural.....	3
.....	
.....	
Oblig.	Facult.
☒	☐
☒	☐
☐	☐
☐	☐
Option	Branches
☐	Théoriques
☐	Pratiques
☐	☒
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

OBJECTIFS

- Comprendre les phénomènes physiques fondamentaux et les modèles qui les décrivent.
- Appliquer les lois de la physique à la résolution de problèmes techniques.

CONTENU

- **Électromagnétisme :**
Électrostatique, champ et potentiel électriques; magnétostatique, loi de Biot et Savart; champs électriques et magnétiques dans la matière, polarisation et aimantation; champ électromagnétique dépendant du temps, induction et loi de Faraday; équations de Maxwell.
- **Phénomènes de propagation ondulatoire :**
Ondes électromagnétiques, acoustiques et élastiques; équation de d'Alembert; effet Doppler; superposition d'ondes, réflexions, interférences, ondes stationnaires, diffraction.
- **Optique géométrique :**
Lentilles; instruments d'optique; aberrations; holographie; lasers.
- **Introduction à la mécanique quantique :**
Particules et champs; principe d'incertitude d'Heisenberg; fonction d'onde; équation de Schrödinger.

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés et corrigés d'exercices
Alonso/Finn "Physique générale 2" 1992, Interedition

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale I
Préparation pour :

Titre :		PHYSIQUE GÉNÉRALE III					
Enseignant :		R. MONOT, Professeur titulaire EPFL/DP					
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 3		Exercices 1		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Électricité.....		4	☒	☐	☐	☒	☐
Électricité ETS.....		4	☒	☐	☐	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la mécanique quantique, préparant aux cours de 2ème cycle en matériaux, microélectronique, optoélectronique et optique.

CONTENU

1. Les limites de la physique classique
2. Les principes de la physique quantique et son formalisme
3. La fonction d'onde et l'équation de Schrödinger
4. Puits et barrières de potentiel
5. L'oscillateur harmonique : les vibrations atomiques
6. Observables compatibles et incompatibles. Les relations de Heisenberg
7. L'atome d'hydrogène, l'atome à plusieurs électrons, le tableau périodique des éléments
8. Électrons dans un cristal : structure de bandes
9. Statistiques quantiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices intégrés

DOCUMENTATION : Bibliographie, notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, Physique générale, Analyse, Algèbre linéaire
Préparation pour : 2ème cycle

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE I / MECHANIK I [cours en allemand]							
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie Civil, Génie Rural.....	1	☒	☐	☐	☒	☐	
Électricité, Génie Mécanique.	1	☒	☐	☐	☒	☐	
Microtechnique, Matériaux...	1	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS / ZIELSETZUNG

Kennenlernen und Anwenden der allgemeinen Sätze der Kinematik und der Dynamik einzelner Massenpunkte.

Analysieren der Bewegungen von Materie-Systemen und Bestimmen der für ihre Bewegung verantwortlichen Kräfte.

CONTENU / INHALT

- Kinematik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe: Raum, Zeit
Bezugssysteme, Koordinatensysteme
Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Dynamik des einzelnen Massenpunktes

Begriffe: Masse, Kraft
Newtonsche Gesetze
Arbeit, Leistung, kinetische und potentielle Energie
Erhaltungssätze

- Kinematik des starren Festkörpers

Eulersche Winkel
Rotationsvektor

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra und Uebungen

DOCUMENTATION : empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : gute Arbiturkenntnisse in Mathematik und Physik
Préparation pour : Mechanik II, "mécanique appliquée", "physique générale"

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II / MECHANIK II [cours en allemand]							
Enseignant : F.K. REINHART, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie Civil, Génie Rural....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Électricité, Génie Mécanique.	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Microtechnique, Matériaux...	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS / ZIELSETZUNG

Kennenlernen und Anwenden der Gesetze der Kinematik und der Dynamik von Materie-Systemen.

Anwenden dieser Gesetze für die Bestimmung des Gleichgewichtes und der Bewegung von Systemen von Massenpunkten und von Festkörpern.

CONTENU / INHALT

- **Relativbewegungen**
Relative Bezugssysteme
Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- **Dynamik von Materie-Systemen**
Massenschwerpunkt
Impuls
- **Dynamik des starren Festkörpers**
Trägheitsmoment, Hauptachsen
allgemeine Bewegungsgleichungen
- **Statik**
- **Stossmechanik**
- **Lagrange'sche Mechanik**

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra und Uebungen

DOCUMENTATION : empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanik I, Analyse I

Préparation pour : "mécanique appliquée", "physique générale"

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE							
Enseignant : R. SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP							
Heures totales : 28		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques
Mécanique.....	3	☒	☐	☐	☐		☒
.....		☐	☐	☐	☐		☐
.....		☐	☐	☐	☐		☐
.....		☐	☐	☐	☐		☐

OBJECTIFS

Présenter, par des expériences pratiques, une vue générale des phénomènes physiques et de leurs relations mutuelles. Compléter les connaissances acquises aux cours. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Apprendre la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer le sens de l'initiative et de la créativité

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la Section.

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par le Département concerné.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire, à raison de 4 h, toutes les 2 semaines

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition
Douglas C. Giancoli "Physique générale 1, 2, 3" 1993,
Ed. de Boeck Wesmael S.A.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Cours de Mathématiques, Mécanique générale et
Physique générale

Préalable requis :
Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE							
Enseignant : R. SANJINES, Chargé de cours EPFL/DP							
Heures totales : 28		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....		4	☒	☐	☐	☐	☒
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de Mécanique et de Physique de la Section.

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par les Départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 4 h, toutes les 2 semaines

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition
Douglas C. Giancoli "Physique générale 1, 2, 3" 1993,
Ed. de Boeck Wesmael S.A.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Cours de Mathématiques, Mécanique générale et
Physique générale

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE								
Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP								
Heures totales : 28		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2		
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
						Théoriques		Pratiques
Génie Civil.....		3	☒	☐	☐	☐		☒
Génie Rural.....		3	☒	☐	☐	☐		☒
.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

CONTENU

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE						
Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 42		Par semaine : Cours Exercices Pratique 3				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	4	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

CONTENU

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 3 h par semaine

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GÉNÉRALE						
Enseignant : R. SCHALLER, Chargé de cours EPFL/DP						
Heures totales : 28		Par semaine : Cours Exercices Pratique 2				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Électricité.....	4	☒	☐	☐	☐	☒
Mathématiques.....	4	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

CONTENU

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre :		MÉCANIQUE GÉNÉRALE I					
Enseignant :		N. STERGIOPOULOS, Professeur assistant EPFL/DP					
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Génie Civil.....		1	☒	☐	☐	☒	☐
Génie Rural.....		1	☒	☐	☐	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire les lois et méthodes de la physique permettant la description et la dérivation des équations de mouvement ainsi que l'étude de l'évolution des systèmes mécaniques.

CONTENU

- **Espace de configuration :**
Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseurs; équilibre statique; centre de masse.
- **Cinématique :**
Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et des accélérations.
- **Dynamique du point matériel :**
Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.
- **Changement de référentiel :**
Référentiels non galiléens; force d'inertie et de Coriolis.
- **Gravitation universelle :**
Lois de Kepler, dynamique terrestre.

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation niveau maturité
Préparation pour : Mécanique générale II, physique générale

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II							
Enseignant : N. STERGIOPOULOS, Professeur assistant EPFL/DP							
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Génie Civil.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Génie Rural.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Amener l'étudiant à la connaissance des lois de la dynamique des systèmes matériels et à l'application de ces lois dans l'étude du mouvement et de l'équilibre.

CONTENU

- **Mouvements oscillants :**
Oscillateurs harmoniques, amortis et forcés; résonance; oscillateurs harmoniques couplés.
- **Relativité restreinte (introduction) :**
Expériences fondamentales; transformation de Lorentz et ses conséquences.
- **Dynamique des systèmes matériels :**
Lois générales; lois de conservation; énergie cinétique, potentielle et mécanique.
- **Dynamique du solide :**
Moment et produit d'inertie; axes principaux d'inertie; équations d'Euler; énergie cinétique et mécanique; gyroscope.
- **Notions de choc**

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

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I et analyse I

Préparation pour : Physique générale

<i>Titre :</i> MÉCANIQUE GÉNÉRALE I						
<i>Enseignant :</i> M.Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP						
<i>Heures totales :</i> 70		<i>Par semaine :</i> Cours 3 Exercices 2 Pratique				
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Microtechnique	1	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux	1	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique ETS	1	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'objectif du cours est de permettre aux étudiants de maîtriser les méthodes de la physique qui décrivent le mouvement d'une particule sous l'action de forces.

CONTENU

- **Introduction à la physique générale**
Physique classique et moderne. Ordre de grandeur. Système d'unités.
- **Rappel mathématique**
Calcul vectoriel. Centre de masse.
- **Cinématique**
Espace-temps. Référentiels et repères.
Description du mouvement d'un point matériel et d'un solide indéformable.
Mouvements relatifs non-relativistes : composition des vitesses et des accélérations.
- **Dynamique**
Lois de Newton. Analyse des forces et des lois phénoménologiques associées.
Référentiel d'inertie.
Équations générales du mouvement. Puissance. Travail. Énergie. Lois de conservation.
Application à des mouvements simples : mouvements oscillants, libres et forcés. Résonance.
Système à un degré de liberté.

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

DOCUMENTATION : Listes d'ouvrages recommandés. Corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation au niveau maturité
Préparation pour : Mécanique générale, Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux

Titre : MÉCANIQUE GÉNÉRALE II	
Enseignant : M.Q. TRAN, Professeur titulaire EPFL/CRPP	
Heures totales : 56	Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique
Destinataires et contrôle des études :	
Section(s)	Semestre Oblig. Facult. Option Branches Théoriques Pratiques
Microtechnique	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Matériaux.....	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
Microtechnique ETS	2 ☒ ☐ ☐ ☒ ☐
.....	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

OBJECTIFS

L'objectif est d'amener l'étudiant à une bonne connaissance des lois de la dynamique des systèmes matériels. Cette connaissance lui permettra d'étudier l'équilibre et le mouvement de solides et de systèmes de point matériel.

CONTENU

- **Gravitation universelle**
Champ gravifique. Lois de Képler. Mouvement des planètes. Dynamique terrestre.
- **Dynamique de solide**
Tenseur d'inertie. Équation de mouvement d'un solide. Condition d'équilibre. Forces de réactions et tension.
Équation d'Euler. Gyroscope.
- **Notion de chaos déterministe**
- **Introduction à la relativité restreinte**
Principe de relativité de Galilée. Forces d'inertie et de Coriolis.
Théorie relativiste : Expérience fondamentales. Espace - temps. Transformation de Lorentz et conséquences.
- **Introduction à la mécanique analytique**
Équations d'Alembert et de Lagrange

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

DOCUMENTATION : Liste d'ouvrages recommandés. Corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale I

Préparation pour : Physique générale, Mécanique appliquée, Résistance des matériaux

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I						
Enseignant : L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP						
Heures totales : 56		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique	1	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

I MÉCANIQUE

1. Introduction

2. Cinématique du Point Matériel

Trajectoire, vitesse, accélération

3. Changements de Référentiels

Translation et rotation

4. Dynamique du Point Matériel

Quantité de mouvement. Moment cinétique. Forces. Lois de Newton. Gravitation. Mouvement central. Mouvement vibratoire. Forces de frottement.

5. Travail, Puissance et Énergie

Énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique.

(suite : cf. Physique Générale II)

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe
Test facultatif payant en cours d'année.

DOCUMENTATION : Marcello Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986
C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Progressivement Analyse I
Préparation pour : Physique Générale II, III, IV

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II						
Enseignant : L. VILLARD, Professeur assistant EPFL/CRPP						
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Informatique	2	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques fondamentaux. Connaître, comprendre et savoir utiliser les "lois", formulées en termes mathématiques, qui permettent de décrire et de prédire ces phénomènes. Applications aux phénomènes naturels et aux domaines techniques.

CONTENU

Suite du cours de Physique Générale I

I MÉCANIQUE (suite)

6. Dynamique des Systèmes

Centre de masse. Moment cinétique. Énergie, Solide indéformable

7. Relativité restreinte

Transformation de Lorentz. Quantité de mouvement et énergie relativistes

II THERMODYNAMIQUE

1. Équilibre thermodynamique

Pression, température et énergie interne. Équation d'état

2. Échanges d'énergie

Travail et chaleur. Premier principe thermodynamique

3. Entropie

Deuxième principe thermodynamique. Cycles. Rendement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec expériences en salle, exercices en classe
Test facultatif payant en cours d'année

DOCUMENTATION : Marcelo Alonso, Edward J. Finn, Physique Générale (Vol. 1), InterEditions, Paris 1986
C. Gruber, Mécanique Générale, PPUR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et progressivement Analyse II
Préparation pour : Physique Générale III, IV

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE I							
Enseignant : L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP							
Heures totales : 84		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Matériaux.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
Mathématiques.....	2	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Il s'agit, dans un domaine restreint, de mettre en lumière les méthodes de la physique. Les participants seront confrontés aux grands problèmes du XVIII^e et XIX^e siècles : la chaleur, le son, la lumière, l'agitation moléculaire.

CONTENU

LES PRINCIPES DE LA THERMODYNAMIQUE, LA DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DE L'ÉQUILIBRE

Aperçu historique des faits expérimentaux et de leurs interprétations. Au-delà de la mécanique, température et chaleur, énergie interne, entropie et énergie libre.

THÉORIE CINÉTIQUE DES GAZ

Du macroscopique au microscopique, l'approche probabiliste la plus simple, celle de Maxwell; éléments de statistique des polymères.

LES ONDES

Des ondes sonores à la lumière, de l'optique géométrique aux interférences et à la diffraction.

ÉLÉMENTS D'ÉLECTRODYNAMIQUE

De la formule de Gauss aux équations de Maxwell et à la propagation des ondes électromagnétiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral avec présentation d'expériences

DOCUMENTATION : Recueil d'exercices et de documents.
University Physics (second edition) by Alvin Hudson and Rex Nelson

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I. Utilisation progressive d'Analyse II
Préparation pour : Mécanique quantique

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE II					
Enseignant : L. ZUPPIROLI, Professeur EPFL/DP					
Heures totales : 70		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Matériaux.....	3	☒	☐	☐	☒ ☐
Mathématiques.....	3	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Ce semestre de physique générale est entièrement consacré à la physique microscopique, c'est-à-dire au monde du photon, de l'atome, de la molécule. Il s'agit de mettre en lumière les relations entre expériences, intuitions et modèles mathématiques.

CONTENU

LES PHÉNOMÈNES QUANTIQUES

Les principales expériences qui ont conduit à la découverte des aspects quantiques du monde microscopique sont reproduites devant les étudiantes et étudiants et commentées : effet photoélectrique, raies de Balmer et spectres d'émission, absorption du sodium, expérience de Frank et Hertz, diffraction électronique.

LES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE ET LE FORMALISME MATHÉMATIQUE QUI EN REND COMPTE

C'est le concept de mesure en physique microscopique qui sert ici de fondement à la construction quantique. L'utilisation de l'algèbre linéaire est préférée à la manipulation des équations différentielles.

LES MODÈLES QUANTIQUES LES PLUS IMPORTANTS ET LEURS APPLICATIONS

On étudie la quantification des trois types de mouvement qui intéressent la physique atomique et moléculaire: vibration et rotation des molécules, mouvement central dans l'atome d'hydrogène.

LA RÉOLUTION APPROCHÉE DES PROBLÈMES AUX VALEURS PROPRES

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Oral, avec présentation d'expériences.

DOCUMENTATION : Résumé photocopié du cours et recueil d'exercices.
University Physics by Alvin Hudson and Rex Nelson, pour la première partie seulement.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Physique générale I, Algèbre Linéaire