



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE
EIDG. TECHNISCHE HOCHSCHULE — LAUSANNE
POLITECNICO FEDERALE DI LOSANNA

Département de physique

L I V R E T D E S C O U R S

de la

S E C T I O N D E P H Y S I Q U E

année académique 1975/76

Les cours sont classés dans l'ordre du plan d'études
pour ing.-physiciens, année académique 1975/76.

MODIFICATION

Le cours à option "Chapitres choisis de
théorie des solides" de M. le Prof. Ph.
Choquard est remplacé par un cours à option

"Chapitres choisis de théorie des solides.
Phonons : Théorie et expériences"

de M. le Dr P. Brüesch. Ce cours est décrit
à la page no 73 de ce livret.

15.9.75/nr

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

33, avenue de Cour

1007 Lausanne

Plan d'études

de la Section des Ingénieurs-physiciens

année académique 1975/76

c = cours e = exercices l = laboratoire



RÈGLEMENT GÉNÉRAL DES EXAMENS DE DIPLÔME

Article premier : Les examens de diplôme comprennent l'examen propédeutique I, l'examen propédeutique II et l'examen final.

Article 2 : Les candidats ayant étudié dans une autre école peuvent être dispensés de l'un ou des deux examens propédeutiques s'ils établissent qu'ils ont subi avec succès des examens reconnus équivalents. Le président décide de cas en cas après consultation du département.

Article 3 : Pour pouvoir se présenter à l'examen propédeutique I, le candidat doit avoir réussi sa première année d'études. Il ne peut s'inscrire au 5^e semestre que s'il a réussi cet examen.

Article 4 : Pour pouvoir se présenter à l'examen propédeutique II, le candidat doit avoir réussi ses deux premières années d'études, ainsi que l'examen propédeutique I. Il ne peut s'inscrire au 7^e semestre que s'il a réussi cet examen.

Article 5 : ¹ L'examen final comprend dans l'ordre chronologique : — des épreuves générales ; — un travail de spécialité.

² Pour pouvoir se présenter aux épreuves générales, le candidat doit avoir terminé avec succès le cycle de ses études et réussi les examens propédeutiques I et II.

³ Pour pouvoir se présenter au travail de spécialité, le candidat doit avoir obtenu la moyenne aux épreuves générales et avoir satisfait aux dispositions particulières des règlements spéciaux de diplôme.

⁴ L'échec au travail de spécialité entraîne l'échec à l'examen final ; toutefois si la moyenne aux épreuves générales est égale ou supérieure à 7, celles-ci restent acquises. La compétence du Conseil des maîtres de déroger à cette règle est réservée.

Article 6 : Pour les ingénieurs chimistes, les conditions suivantes sont valables :

L'examen final comprend dans l'ordre chronologique : — un travail de spécialité ; — des épreuves générales.

Pour pouvoir se présenter aux épreuves générales, le candidat doit avoir terminé avec succès le cycle de ses études, réussi les examens propédeutiques I et II et terminé le travail de spécialité.

Article 7 : Le travail de spécialité est déterminé par le professeur sous la direction duquel le candidat désire travailler. En accord avec le candidat, le département de spécialité peut charger de cette mission un professeur d'un autre département. Le travail de spécialité doit être élaboré dans le cadre de l'Ecole, dans un délai fixé par la Direction.

Article 8 : Le candidat ne peut se présenter plus de deux fois à chacun des examens de diplôme.

Article 9 : Les branches sur lesquelles portent les examens de diplôme, les dispositions d'organisation et les règles pour le calcul

des moyennes sont fixées par le Conseil des maîtres sur proposition du département intéressé. Elles font l'objet de règlements spéciaux d'application. Les épreuves d'examen peuvent être orales ou écrites.

Article 10 : Les candidats sont autorisés à s'exprimer dans l'une des trois langues officielles.

Article 11 : L'échelle des notes va de 0 (note la plus basse) à 10 (note la meilleure) ; les demi-points sont admis ; la moyenne minimale exigée est 6.

Article 12 : Les examens propédeutiques I et II ont lieu en automne et au printemps ; l'examen final a lieu en automne.

Article 13 : ¹ Les candidats aux examens doivent s'inscrire au secrétariat de l'Ecole dans les délais prescrits et verser les taxes correspondantes.

² Un candidat peut retirer son inscription au plus tard 3 jours avant le début des examens.

Article 14 : Tout candidat qui, sans avoir retiré son inscription, ne se présente pas à toutes les épreuves d'un examen, a échoué à cet examen. Toutefois, en cas de force majeure, il peut soumettre son cas à l'appréciation de la Conférence des chefs de département.

Article 15 : Les candidats sont, dans la règle, jugés sur les programmes d'enseignement en vigueur à l'époque des sessions d'examens.

Article 16 : Les candidats sont examinés par des jurys composés comme suit :

— pour chaque épreuve des examens propédeutiques I et II, le jury comprend le professeur intéressé et un expert au moins ; — pour chaque épreuve de l'examen final, le jury comprend le professeur intéressé, un expert étranger à l'Ecole nommé par le président sur proposition de ce professeur et éventuellement d'autres experts.

Article 17 : Le diplôme est décerné par la Conférence des chefs de département.

Article 18 : Le diplôme porte le sceau de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne avec la signature du président et celle du chef de département.

Article 19 : Après avoir reçu le diplôme, le candidat est autorisé à porter le titre d'ingénieur diplômé ou d'architecte diplômé ou de mathématicien diplômé (mention application et recherche appliquée) de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

EPFL SECTION DE PHYSIQUE

LISTE DES BRANCHES DES EXAMENS PROPÉDEUTIQUES ET DES ÉPREUVES DE DIPLÔME

1976

Article premier : En application des articles 1 et 9 du Règlement général des examens de diplôme, adopté le 18 juin 1969 par le Conseil des professeurs, les trois parties des épreuves du diplôme d'ingénieur-physicien comprennent les branches suivantes :

Première partie Examen propédeutique I

Branches	(P I) coefficient
a) analyse I et II écrit	1
b) analyse I et II oral	1
c) physique générale	1
d) géométrie ou algèbre linéaire	1

La note P I s'obtient par le calcul de la moyenne des valeurs attribuées aux branches ci-dessus.

Deuxième partie Examen propédeutique II

Branches	(P II) coefficient
a) analyse III et IV écrit	1
b) analyse III et IV oral	1
c) physique générale, écrit	1
d) physique générale, oral	1
e) mécanique générale, écrit	1
f) mécanique générale, oral	1
g) groupes et tenseurs ou introduction à la théorie des probabilités	1

La note P II s'obtient par le calcul de la moyenne des valeurs attribuées aux branches ci-dessus.

Troisième partie Examen final

L'examen final comprend des épreuves générales et un travail de spécialité.

a) Epreuves générales (EG)

Un cours-examen comprend deux cours-semestres. L'étudiant doit choisir cinq cours-examens dans les quatre branches ci-dessous et selon les conditions suivantes :

Branches	Coefficient
a) physique théorique	1 à 2 cours-examen
b) physique générale	1 à 2 cours-examen
c) physique appliquée + technologie	1 à 2 cours-examen
d) mathématiques	0 à 1 cours-examen

Chaque année, le Conseil du département, sur proposition de la Commission d'enseignement et du Conseiller d'études, établit un catalogue des cours-semestres de 3^e et 4^e années, appartenant à chacune des branches ci-dessus.

L'étudiant doit avoir assimilé les cours de base de chaque matière qu'il a choisie, même si ces cours ne font ni l'objet d'un examen propédeutique, ni d'une mention dans le catalogue.

Les interrogations sont orales.

La note EG s'obtient par le calcul de la moyenne des notes attribuées.

b) Travail de spécialité (TS)

Le travail de spécialité fait l'objet d'une seule note, TS.

Lorsque ce travail pourrait être jugé satisfaisant moyennant un complément de prestations du candidat, le jury peut exiger des études supplémentaires sous une forme et dans un délai déterminés qui n'excède pas trois mois.

Dans ce cas, la note définitive est fixée par le jury, après la présentation du complément.

La durée du travail de spécialité, fixée par la Direction de l'Ecole, est de deux mois. Le délai de remise du travail peut être exceptionnellement reporté en cas de force majeure, moyennant l'accord de la Direction.

Article 2 : La note de l'examen final s'obtient en calculant la moyenne des notes EG et TS.

Article 3 : Le bulletin final des épreuves de diplôme sera complété par les indications suivantes :

- a) moyenne du premier propédeutique, P I ;
- b) moyenne du deuxième propédeutique, P II.

Article 4 : Pour toutes les autres dispositions du règlement de diplôme, voir le Règlement général des examens de diplôme du 18 juin 1969.

Adopté en Conseil des maîtres, le 16 juillet 1970, avec effet dès la session d'examens de diplôme, automne 1970.

TABLE DES MATIERES

<u>Titre du cours</u>	<u>Enseignant(s)</u>	<u>Semestre(s)</u>	<u>Page(s)</u>
<u>- Cours obligatoires</u>			
Analyse I, II	Zwahlen	1er et 2e	1
Analyse III, IV	Descloux	3e et 4e	2/3
Algèbre linéaire I, II	Derighetti	1er et 2e	4
Géométrie I	de Siebenthal	1er	5
Groupes et tenseurs	Matzinger	3e	6
Analyse numérique et programmation	de Werra	3e	7
Introduction à la théorie des probabilités	de Werra	4e	8
Physique générale I, II	A. Châtelain	1er et 2e	9/10
Physique générale III, IV	J.-P. Borel	3e et 4e	11/12
Travaux pratiques de physique	Mooser	2,3,4,5,6e	13
Mécanique générale	Choquard	4e	14
Physique théorique I, II	Quattropani	5e et 6e	15
Physique théorique III, IV	Gruber	7e et 8e	16/17
Physique quantique I, II	Loeffel	5e et 6e	18/19
Physique du solide I	Choquard	5e	20
Physique du solide II	Vittoz	6e	21
Physique nucléaire	Gailloud	5e et 6e	22
Physique des plasmas I, II	Weibel	5e et 6e	23
Chapitres choisis de chimie	Kovats	7e	24
Electronique I	de Coulon	5e	25
Electronique II	J.-D. Châtelain	6e	26
Technologie générale : constructions	Ziegenhagen/Rieben	5e	27
Technologie générale : Réglage automatique I, (II)	Roch	5e	28
Technologie générale	Hauser	6e	29
Technologie spéciale	Divers	6e	30*
<u>Cours de spécialité</u>			
<u>PHYSIQUE THEORIQUE</u>			
Physique quantique III, IV	Rivier	7e et 8e	31
Théorie quantique de la diffusion	Wanders	7e	32
Chap. choisis de mécanique quantique	Martin	7e	33
Chap. choisis de phys. statistique	Kunz	8e	34

<u>Titre du cours</u>	<u>Enseignant(s)</u>	<u>Semestre(s)</u>	<u>Page(s)</u>
- <u>Cours de spécialité</u> (suite)			
<u>PHYSIQUE GENERALE</u>			
Chap. choisis de théorie des solides	Choquard	7e	35
Propri. magn. de la matière	J.-P. Borel/ A. Châtelain	7e	36
	vacat <i>idem</i>	8e	
Physique des semiconducteurs	Schmid	7e et 8e	37/38
Physique des neutrons	Schneeberger	7e	39
Physique des métaux	Steinemann	7e et 8e	40
Particules élémentaires	Gailloud	7e et 8e	41
Modèles nucléaires	Joseph	7e	42
Réactions nucléaires	Joseph	8e	43
<u>PHYSIQUE APPLIQUEE ET TECHNOLOGIE</u>			
Electronique III	Dessoulavy	7e	44/45
Electronique nucléaire	Loude	7e	46
Calculatrices digitales	Nicoud	7e et 8e	47/48
Détection de signaux	de Coulon	7e	49
Information et codage	de Coulon	8e	50
Systèmes logiques I, II	Mange	7e et 8e	51/52
Réglage automatique III, IV	Roch	7e et 8e	53
Introduction au génie atomique	Schneeberger	8e	54
Accélération des particules	Weill	7e	55
Microtechnique I	Burckhardt	7e	56
Microtechnique II	Burckhardt	8e	57
Travaux pratiques en microtechnique	Burckhardt	7e et 8e	58
Physique métallurgique I	Benoit	7e	59
Physique métallurgique II	Benoit	8e	60
Microscopie électronique	Gotthardt	8e	61
Chimie spéciale	vacat	8e	62*

<u>Titre du cours</u>	<u>Enseignant(s)</u>	<u>Semestre(s)</u>	<u>Page(s)</u>
<u>- Cours de spécialité (suite)</u>			
<u>PHYSIQUE APPLIQUEE ET TECHNOLOGIE (suite)</u>			
Fusion contrôlée MHD	Troyon	7e et 8e	63
Techniques spéciales de diagnostics en physique des plasmas	Heym	8e	64
Physique des basses températures	Rinderer	8e	65
Métallurgie struct. appliquée	Kurz	7e et 8e	66
<u>MATHEMATIQUES</u>			
Analyse appliquée	Arbenz	7e et 8e	67
Analyse numérique B	Descoux	7e et 8e	68
Méthodes mathématiques de la phys.	Matzinger	7e et 8e	69
Statistique appliquée	Nuesch	7e et 8e	70
Graphes et combinatoire	de Werra	7e et 8e	71
Equations aux dérivées partielles	Zwahlen	7e et 8e	72
<u>- Cours facultatifs</u>			
Phonons : théorie et expériences	Brüesch	7e et 8e	73
Exploration spatiale	Bartholdi	7e	74
Astronomie spatiale	Mayor	8e	75
Législation industrielle	Rusconi	7e et 8e	76

*ces résumés seront
envoyés plus tard.

LISTE ALPHABETIQUE DES ENSEIGNANTS

	<u>Nom de l'enseignant</u>	<u>Pages</u>
A	Arbenz	67
B	Bartholdi	74
	Benoit	59, 60
	Borel J.-P.	11, 12, 36
	Bruesch	73
	Burckhardt	56, 57, 58
C	Châtelain A.	9, 10, 36
	Châtelain J.D.	26
	Choquard	14, 20, 35
D	De Coulon	25, 49, 50
	Derighetti	4
	Descloux	2, 3, 68
	De Siebenthal	5
	Dessoulavy	44, 45
	De Werra	7, 8, 71
	Dimitropoulos	13
E	---	
F	---	
G	Gailloud	22, 41
	Gotthardt	61
	Gruber	16, 17
H	Hauser	29
	Heym	64
I	---	
J	Joseph	42, 43

	<u>Nom de l'enseignant</u>	<u>Pages</u>
K	Kovats	24
	Kunz	34
	Kurz	66
L	Loeffel	18, 19
	Loude	46
M	Mange	51, 52
	Martin	33
	Matzinger	6, 69
	Mayor	75
	Mooser	13
N	Nicoud	47, 48
	Nuesch	70
O	---	
P	---	
Q	Quattropani	15
R	Rieben	27
	Riesen	13
	Rinderer	65
	Rivier	31
	Roch	28, 53
	Rusconi	76
S	Schmid	37, 38
	Schneeberger	39, 54
	Steinemann	40
T	Troyon	63
U	---	
V	Vittoz	21
W	Wanders	32
	Weibel	23
	Weill	55
X	---	
Y	---	
Z	Ziegenhagen	27
	Zwahlen	1, 72

ANALYSE I & II

Prof. B. Zwahlen

Nombre d'heures : 4+4

Sections : Math., Phys., Faculté

Fréquentation : 1ère et 2ème années (physiciens : 1er et 2e semestres)

Préalables : ---

Description du cours :CALCUL DIFFÉRENTIEL ET INTÉGRAL DES FONCTIONS D'UNE VARIABLE

- Notions fondamentales.
- Fonctions.
- Continuité.
- Dérivations.
- Comportement local d'une fonction, maxima et minima.
- Fonctions spéciales.
- Intégrales indéfinies et définies.
- Intégrales généralisées.
- Développements limités, séries.

ELEMENTS D'EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES

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

CALCUL DIFFÉRENTIEL ET INTÉGRAL DES FONCTIONS DE PLUSIEURS VARIABLES

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

EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES

ANALYSE III & IV

Jean Descloux

Nombre d'heures : 3+2
Sections : Math., Phys., Faculté
Fréquentation : 3ème et 4ème semestres
Préalables : ---

Description du cours ANALYSE III :Notions de base

Notations; Ensembles dénombrables; Nombres réels; Espace $\mathbb{R}^n$; Suites dans $\mathbb{R}^n$; Continuité; Compacts. Continuité uniforme; Série; Convergence ponctuelle et uniforme, Convergence normale; Connexité. Connexité simple. Domaines étoilés.

Analyse vectorielle

Fonctions $C^k(A)$; Espace affine. Champs scalaires et vectoriels; Arcs. Intégrales curviligne; Morceaux de surface. Surfaces fermées. Intégrales de surface; Angle solide; Gradient, dérivée dans une direction; Rotationnel. Divergence. Laplacien; Formules relatives aux opérateurs grad , div , rot ; Théorème de Stokes; Théorèmes du gradient, de la divergence, du rotationnel; Définition intrinsèque des opérateurs grad , div , rot ; Formules de Green. Fonctions harmoniques; Coordonnées curvilignes orthogonales; Opérateurs grad , div , rot , Δ en coordonnées curvilignes orthogonales.

Séries de Fourier

Fonctions continues par intervalles; Espaces à produit scalaire; Fonctions périodiques; Séries de Fourier trigonométriques.

Description du cours ANALYSE IV :Les nombres complexes

Le corps des nombres complexes; Topologie de $\mathbb{C}$; Représentation géométrique et forme trigonométrique des nombres complexes; Racines n -ièmes d'un nombre complexe.

Fonctions holomorphes

Fonctions différentiables; Fonctions holomorphes; Homographies. Sphère de Riemann. Point à l'infini; La fonction exponentielle; Le logarithme; La fonction $\sqrt[n]{z}$; Les fonctions trigonométriques.

Théorie de Cauchy

Intégrales le long d'un arc; Théorème de Cauchy; Formule intégrale de Cauchy. Premières applications.

Développements en séries de puissances

Séries de puissances; Développements en série de Taylor; Prolongement analytique; Développements en série de Laurent; Singularités isolées.

Théorème des résidus. Applications.

Théorème des résidus; Applications du théorème des résidus; Calcul des résidus; Calcul d'intégrales définies par les méthodes des résidus.

Semestre d'hiver et semestre d'été

INTRODUCTION

Chapitre I. Espaces vectoriels

1. Notion de corps. 2. Notion d'espace vectoriel.
3. Combinaisons linéaires, bases, notion de dimension.
4. Somme directe, produit direct, espace quotient.
5. Espace dual. 6. Notions sur les applications linéaires.
7. Application aux systèmes d'équations linéaires.
8. Notions sur les matrices. 9. Relations entre matrices et applications linéaires. 10. Un théorème de réduction des matrices à la forme diagonale. Détermination de l'inverse d'une matrice régulière. procédé d'élimination de Gauss.

Chapitre II. Introduction à la théorie des déterminants.

1. Quelques notions sur les permutations. 2. Notion de déterminant.
3. Quelques propriétés des déterminants.

Chapitre III. Valeurs propres et vecteurs propres.

1. Valeurs propres et vecteurs propres d'une application linéaire. Polynôme caractéristique. 2. Valeurs propres et vecteurs propres d'une matrice. 3. Généralités sur les coefficients et les racines du polynôme caractéristique. Quelques applications. 4. Le théorème de Cayley-Hamilton. 5. Le polynôme minimal. 6. Applications linéaires nilpotentes. 7. Forme canonique de Jordan.

Chapitre IV. Formes bilinéaires, quadratiques et hermitiennes.

1. Généralités. 2. Réductions à la forme diagonale des formes bilinéaires symétriques et des formes quadratiques. 3. Forme canonique d'une forme bilinéaire antisymétrique. 4. Formes hermitiennes.

Chapitre V. Produit scalaire.

1. Inégalité de Cauchy-Schwarz. 2. Quelques notions sur les transformations orthogonales, unitaires, matrices orthogonales et les matrices unitaires. 3. Un théorème de Schur. 4. Matrices normales. 5. Localisation dans $\mathbb{C}$ des valeurs propres des matrices complexes.

Appendice. Notions sur les tenseurs.

GEOMETRIE I & II

Jean de Siebenthal

Nombre d'heures : 4+2

Sections : Math., Phys., Faculté

Fréquentation : Math. : 1er et 2ème semestres
Phys. : 1er semestrePréalables : Géométrie élémentaire du plan et de l'espace.
Géométrie analytique et vectorielle du plan.Description du cours

Il traite des configurations principales de l'espace à 3 dimensions, à l'aide de la géométrie vectorielle, analytique et différentielle, et de la géométrie représentative. Les étudiants rédigent des dissertations mathématiques comportant des calculs soignés et des dessins précis, accompagnés d'un texte en langage naturel.

SEMESTRE D'HIVEREspaces

Terminologie ensembliste, Espace affine. Applications affines. Espace euclidien. Produit scalaire, produit vectoriel.

Projections

Déformations affines. Opérateurs de projection. Axonométrie cavalière, axonométrie orthogonale. Projections de Monge.

Courbes de l'espace

Arcs paramétrés. Plan osculateur. Arcs géométriques. Abscisse curviligne. Repère de Frenet. Courbure, torsion. Courbes planes. Développées et développantes.

SEMESTRE D'ETESurfaces

Morceaux quadrillés. Plan tangent. Première forme quadratique. Surfaces de révolution, hélicoïdales, cônes, cylindres. Quadriques. Surfaces réglées. Deuxième forme quadratique. Courbures.

Cours de GROUPES ET TENSEURS donné par le Prof. H. Matzinger
aux physiciens, 3ème semestre

Première partie : Algèbre tensorielle

Répétition de quelques notions d'algèbre linéaire

Espace dual, base duale, applications linéaires, valeurs propres, formes bilinéaires, produit scalaire.

Algèbre tensorielle

Vecteurs contravariants et vecteurs covariants, tenseurs d'ordre 2 ; propriétés invariantes des tenseurs d'ordre 2 ; tenseurs d'ordre supérieur, opérations avec les tenseurs, produit scalaire (tenseur métrique), "déplacer les indices".

Deuxième partie : Groupes

Définition, sous-groupes, isomorphismes, permutations, homomorphismes, sous-groupes invariants, noyau, classes modulo un sous-groupe, produit direct, groupes finis, exemples de groupes d'applications orthogonales, centre, éléments conjugués.

HM/CH 15.4.1975
2.5.1975

ANALYSE NUMERIQUE ET PROGRAMMATION

D. DE WERRA

Etudiants: Math., Phys., Faculté des Sciences

Semestre: 3ème

Description du cours:

1. Etude du langage FORTRAN :

Notions de constante et de variable; expressions, instructions de contrôle, de lecture et d'impression; fonctions FORTRAN; sous-programmes.

2. Eléments d'analyse numérique :

Résolution de systèmes d'équations linéaires; systèmes sur-déterminés, moindres carrés; résolution d'équations et de systèmes d'équations non linéaires; méthodes de quadrature numérique; intégration numérique d'équations différentielles ordinaires.

INTRODUCTION A LA THEORIE DES PROBABILITES

D. DE WERRA

Etudiants: Math., Phys., Faculté des Sciences

Semestre: 4ème

Description du cours:

1. Notions d'épreuve, d'événement, de probabilité, d'indépendance; probabilités conditionnelles
2. Variables aléatoires, lois fondamentales (uniforme, binomiale, normale, de Poisson)
3. Eléments de statistique, lois des grands nombres.

Physique générale I. A. Châtelain.

Section des ing.-physiciens et mathématiciens. 1er semestre.

Mécanique générale.

- Cinématique de la particule.
- Cinématique du solide indéformable : translation, rotation (angles d'Euler).
- Mouvement relatif : axiômes non relativistes, composition des vitesses et des accélérations, groupe de Galilée.
- Dynamique newtonienne de la particule: les lois de Newton travail, puissance, énergie cinétique, théorème de l'énergie cinétique, moment cinétique, théorème du moment cinétique, mouvement central. Force de gravitation et de pesanteur (dynamique terrestre), force électromagnétique, forces dissipatives. Energie potentielle, conservation de l'énergie mécanique. Les liaisons. L'équilibre. L'oscillateur harmonique, l'oscillateur amorti (forcé).
- Introduction à la relativité spéciale. Expérience de Michelson, le principe de relativité, l'intervalle, le diagramme de Brehme, la transformation de Lorentz (groupe), l'espace de Minkowski. Transformation de la vitesse, contraction de la longueur et dilatation de la durée, effet Doppler. Eléments de dynamique de la particule.
- Dynamique newtonienne des systèmes matériels. Résultantes de forces et de moments, centre de masse, moment statique, théorème des quantités de mouvements. Le référentiel centre de masse. Les théorèmes du moment cinétique et de l'énergie cinétique, théorèmes de Koenig. Problème de scattering, dynamique du solide indéformable, moments d'inertie et tenseurs, axes principaux. Le gyroscope (cas simples).

Physique générale II. A. Châtelain.

Sections des ing.-physiciens, mathématiciens,
-électriciens, 2e semestre.

Thermodynamique et physique statistique.

Thermostatique : variables macroscopiques et microscopiques; théorie cinétique du gaz parfait, principe d'équipartition de l'énergie. Les principes de la thermodynamique avec exemples. Equation de Gibbs, entière et de Gibbs Duhem. Règle des phases. Les fonctions thermodynamiques et les conditions d'équilibre. Les relations de Maxwell. Gaz réel (Van der Waals). Relation T, p dans le cas de deux phases en équilibre (ég. de Clausius Clapeyron).

Physique des surfaces. Modèle de Gibbs simplifié; masse adsorbée et énergie ou tension superficielle. Equilibre mécanique d'une membrane liquide; la capillarité.

Phénoménologie des processus irréversibles : évolution naturelle et lois phénoménologiques. Méthode de la thermodynamique des processus irréversibles. Exemple de systèmes discontinus et continus : thermoconduction, diffusion simple, thermoélectricité. Equation de la chaleur.

Physique statistique : méthode de la physique statistique. Les espaces de phases. L'ensemble microcanonique et la répartition de Boltzmann. Relations avec les grandeurs thermodynamiques, application : le gaz parfait. Indiscernabilité des molécules : paradoxe de Gibbs.

Physique générale III - 3ème semestre . J.-P. BOREL

Sections : physique - électricité - mathématiques.

Cours 4h. exercices 2h. Total : 6 heures.

- a) Mécanique ondulatoire, notions d'ondes, de groupes d'ondes, vitesse de phase, vitesse de groupe, introduction de la mécanique quantique avec présentations d'expériences (effet Compton, effet photoélectrique, expérience de Franck-Hertz, diffraction d'électrons, etc.)
L'équation de Schrödinger dans le cas stationnaire et non stationnaire. La notion d'observable, applications : l'électron libre enfermé dans un puits de potentiel infini. Pénétration de l'onde ψ dans une barrière de potentiel de hauteur finie.
- b) La charge électrique, les lois de l'électrostatique et du magnétisme statique. Phénomènes variables dans le temps : les équations de Maxwell. Propagation d'onde. L'énergie électromagnétique (théorème de Poynting). Théorie des potentiels, invariance de jauge, la jauge de Coulomb et la jauge de Lorentz. Les équations de Maxwell dans la matière condensée (dipolaire). L'aimantation et la polarisation. Théorie de Langevin, théorie de Debye des diélectriques.

9.4.1975.

JPB/fk

Physique générale IV. 4ème semestre. J.-P. BOREL

Sections : physique - électricité.

Cours 4h. Exercices 2h. Total : 6 heures.

- a) La notion de fluide. L'équation d'état des gaz (définition des termes du viriel). Dynamique des fluides parfaits. La viscosité. Dynamique des fluides visqueux. Les ondes élastiques dans les fluides.
- b) La statistique de Fermi-Dirac et la statistique de Bose-Einstein.
- c) Physique atomique, le référentiel barycentrique. L'équation d'onde pour l'atome d'hydrogène. Les orbitales atomiques. Introduction à la notion de molécule (la molécule H_2).

9.4.1975

JPB/fk

TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

Enseignants : Prof. E. Mooser, C. Dimitropoulos, A. Riesen

Section : Physique

Semestres : 2ème, 3ème, 4ème, 5ème et 6ème

Description sommaire :

Le but que l'on se propose est la prise de conscience de phénomènes naturels et la tentative de faire correspondre une théorie aux faits observés. Dans ce sens, les Travaux pratiques de physique constituent une initiation aux méthodes fondamentales de mesure et aux diverses techniques du laboratoire et tendent à concrétiser certaines connaissances théoriques, tout en développant progressivement l'initiative et la créativité de l'étudiant.

Un texte servant d'introduction aux TP est distribué en début de l'année académique. Il comprend une série de conseils concernant l'exécution des manipulations, le fonctionnement des appareils couramment utilisés, la rédaction du rapport, etc.

Chacune des manipulations (qui couvrent la plupart des domaines de la physique comme la Mécanique, l'Electricité, l'Optique, la Thermodynamique, le Magnétisme et la Spectroscopie) est accompagnée d'une notice explicative comprenant un bref rappel théorique relatif au problème à résoudre, la description de la méthode expérimentale proposée et une bibliographie.

24.4.75

CD/nr

MECANIQUE GENERALE

(4e semestre Physique)

Ph. Choquard, professeur

I. INTRODUCTION

Aperçu historique, bibliographie ; géométrie du temps et de l'espace ; cinématique ; lois de Newton

II. NOTIONS FONDAMENTALES

Equations du mouvement d'un système de points matériels ; systèmes isolés, systèmes conservatifs ; théorèmes de conservation ; invariance galiléenne des équations du mouvement ; principe de Dirichlet ; contraintes et types de liaisons ; principe des travaux virtuels, principe de d'Alembert

III. LE FORMALISME LAGRANGIEN

Les équations de Lagrange de 1ère espèce (méthode des multiplicateurs) ; les équations de Lagrange de 2ème espèce ; systèmes non conservatifs ; systèmes dissipatifs

IV. APPLICATIONS DES EQUATIONS DE LAGRANGE

Revue des problèmes traités dans les exercices ; le problème à deux corps, le problème de Kepler ; le problème des petites oscillations

V. LE FORMALISME HAMILTONIEN

Transformations de Legendre ; fonction d'Hamilton, espace de phase ; équations canoniques ; systèmes Hamiltoniens ; crochets de Poisson ; identité de Jacobi

VI. LES PRINCIPES VARIATIONNELS

L'intégrale de variation ; principes d'Hamilton, d'Euler-Maupertuis, de Fermat

VII. TRANSFORMATIONS CANONIQUES

Fonctions génératrices ; théorèmes de Liouville ; équivalences des définitions ; équation d'Hamilton-Jacobi ; applications aux systèmes conservatifs et séparables ; variables angle-action.

PHYSIQUE THEORIQUE I & II

5ème et 6ème Semestres EPF-L et UNI-L

A. QUATTROPANI

I. THEORIE CLASSIQUE DU CHAMP

- formalisme Lagrangien
- formalisme Hamiltonien
- equations cononiques du mouvement
- lois de conservation différentielles
- lois de conservation intégrales
- applications : le champ électromagnétique.

Le champ élastique.

(Goldstein : Classical Mechanics (J. Wiley)

Leech : Eléments de Mécanique Analytique (dunod)).

II. THERMOSTATIQUE

- Les principes
- conditions d'équilibre. Formulation énergie et entropie. Propriétés des fonctions concaves et convexes.
- Les potentiels thermodynamiques et le principe d'extrémum.
- Les cycles thermodynamiques.
- Les relations de Maxwell, diagramme de Born, méthode des Jacobiens.
- Applications : Propriétés d'élasticité des solides. Systèmes électriques et magnétiques.

(H.B. Callen : Thermodynamics (J. Wiley)).

III. THEORIE CINETIQUE DES FLUIDES

- Fonction de distribution, équation cinétique.
- Modèle d'Ehrenfest (Wind Tree Model). Chaos moléculaire. Théorème H.
- L'équation de Boltzmann.
- Les lois de conservation.
- Application : phénomènes de transport.

(K. Huang : Statistical Mechanics (J. Wiley)).

PHYSIQUE THEORIQUE III

cours à option aux
ing.-physiciens et mathématiciens, 7ème semestre
Ch. Gruber

THERMOCINETIQUE PHENOMENOLOGIQUE NON RELATIVISTE

- I. Fondement de la thermocinétique
Discussion des concepts d'états, d'observables, d'évolution;
les deux principes.
- II. Thermocinétique des systèmes discrets
Théorie générale ; équations d'évolution ; approche à l'équilibre ; application à la mécanique des systèmes dissipatifs
et aux réactions chimiques.
- III. Thermocinétique des systèmes continus
Equation du bilan ; covariance par rapport au groupe de Galilée ;
lois de conservation et de production d'entropie.
- IV. Thermocinétique du fluide à 1 composante chimique
Equations du mouvement ; écoulement parfait ; écoulement de
Navier Stokes incompressibles ; similitude mécanique et thermique ; approximation linéaire et approche vers l'équilibre.
- V. Principe de Curie
- VI. Thermocinétique du fluide à plusieurs composantes
Equations du mouvement et conditions d'équilibre.

PHYSIQUE THEORIQUE IV

cours à option aux

ing.-physiciens et mathématiciens, 8ème semestre

Ch. Gruber

MECANIQUE STATISTIQUE

- I. Théorie des fluctuations et notions de probabilité
- II. Mécanique statistique classique
Fonction de corrélation ; évolution des états ; théorème de Liouville ; équation de Liouville et de BBGKY : Entropie microscopique et macroscopique.
- III. Mécanique statistique quantique
Matrice de densité ; matrice de densité réduite ; équation de Liouville.
- IV. Mécanique statistique classique de l'équilibre
Etat microcanonique, canonique, grand canonique ; principe variationnel ; fonction de partition et grandeur thermodynamique ; fonction de corrélation et fluctuation. Equivalence d'ensemble. Application au gaz parfait et en interaction.
- V. Mécanique statistique quantique de l'équilibre
Même programme que IV avec applications aux radiations électromagnétiques, gaz de bozons et fermions libres.

Le 29 avril 1975

Prof. J.-J. Loeffel

Titre du cours : PHYSIQUE QUANTIQUE I

Section : Physiciens, EPFL et Université

Semestre : 5e semestre

Description :

Place de la Mécanique quantique dans la physique.

Appareil conceptuel, outils mathématiques et postulats pour l'interprétation physique : observables, états, espaces de Hilbert, distributions de probabilité, évolution temporelle et équations du mouvement. Illustration : la mécanique quantique dans les espaces de Hilbert de dimension finie; spectre des observables et valeurs mesurées; équations du mouvement, états stationnaires et constantes du mouvement.

Spin $1/2$ et systèmes à deux niveaux. L'expérience de Stern et Gerlach, appareils polariseurs et analyseurs, action du groupe des rotations. Moment magnétique, hamiltonien. Théorème d'Ehrenfest, précession de Larmor. Etat de Gibbs, paramagnétisme. Hamiltonien dépendant du temps, résonance magnétique. Systèmes à deux niveaux.

La Mécanique quantique du point matériel à un et trois degrés de liberté. Les observables de position. L'action du groupe des translations. Les observables de la quantité de mouvement. Règles de commutations, règles de Weyl, théorème de von Neumann. Transformation de Fourier. Relations d'incertitude de Heisenberg. Action du groupe des rotations. Observables du moment cinétique. Harmoniques sphériques. Hamiltonien et évolution libres. Ondes de Broglie, étalement des paquets d'onde. Hamiltonien et évolution en interaction. L'électron (de spin 0) dans un champ électromagnétique extérieur. Théorème d'Ehrenfest. Equation de Schrödinger stationnaire. Courant de probabilité. Solutions de collision, coefficient de réflexion (un degré de liberté), amplitude de diffusion et section efficace (trois degrés de liberté), approximation de Born. Diagonalisation de l'hamiltonien. Potentiel central, équation radiale, solution régulière, déphasages et développement en ondes partielles de l'amplitude de diffusion, problème des états liés.

Ouvrage recommandé : C. Cohen-Tannoudji, B. Diu et F. Laloë, Mécanique quantique I et II.

Le 29 avril 1975

Prof. J.-J. LOEFFEL

Titre du cours : PHYSIQUE QUANTIQUE II

Section : Physiciens, EPFL et Université

Semestre : 6e semestre

Description :

Le problème des deux corps (spins 0); problème de Kepler, correction relativiste à l'énergie cinétique, application au spectre de l'atome d'hydrogène et de l'atome π -mésique.

L'électron de spin $1/2$. Le problème des deux corps (spins $1/2$), correction relativiste $\vec{L} \cdot \vec{S}$; structures fine et hyperfine de l'atome d'hydrogène, et autres corrections.

Théorie des perturbations des valeurs et des vecteurs propres. Effet Zeemann.

Action du groupe des rotations. Composition de deux moments cinétiques.

Compléments mathématiques sur les opérateurs auto-adjoints.

Ouvrage recommandé : comme pour la physique quantique I.

PHYSIQUE DU SOLIDE I

(5e semestre, physique, 2 h)

Ph. Choquard, professeur

I. LE GAZ DE FERMI

Niveaux d'énergie et densités d'états à v dimensions du gaz d'électrons libres ; chaleur spécifique électronique ; conductivité électrique et thermique ; conductibilité électrique à haute fréquence ; plasmons ; mouvements dans un champs magnétique ; effet Hall des métaux alcalins et des métaux divalents, faillite du modèle.

II. ELECTRONS DANS UN POTENTIEL PERIODIQUE

Réseaux cristallins à v dimensions ; mailles primitives et mailles conventionnelles ; théorème de Bloch ; modèle de Kronig-Penney ; réseau réciproque ; solution formelle de l'équation de Bloch à 3 dimensions ; spectre de bandes ; métaux, semi-métaux, semiconducteurs et isolants ; classifications des solides selon Landolt - Börnstein.

III. LIAISONS CRISTALLINES

Cristaux de gaz rares : interaction de van der Waals, constantes réticulaires d'équilibre, énergie de liaison, compressibilité ; cristaux ioniques : énergie de Madelung ; cristaux covalents ; liaison covalente ; cristaux métalliques : énergie de liaison selon Wigner.

N.B. : La matière traitée dans ce cours recouvre tout ou partie des chapitres 1, 2, 3, 7, 8, 9 et 10 de C. Kittel :
Introduction à la Physique de l'Etat Solide.

3.3.75

Professeur B. VITTOZ

PHYSIQUE DU SOLIDE II

Eté

Physiciens 6e semestre

2 h

1. Elasticité et propagation
des ondes acoustiques

Tenseurs de déformation et de contrainte, modules d'élasticité, susceptibilités élastiques, effet des symétries du cristal. Propagation d'une onde acoustique dans un milieu anisotrope infini, équation aux vitesses, polarisations, surfaces caractéristiques. Propagation dans un milieu fini : interface entre deux milieux, ondes de surfaces.

2. Phonons

Introduction. Vibrations d'un réseau : chaîne linéaire, effet du motif, réseau à trois dimensions, branches acoustiques et optiques. Chaleur spécifique.

3. Défauts cristallins

Défauts ponctuels : types, concentrations à l'équilibre, production, effets sur les propriétés physiques, alliages.

Dislocations : structure, propriétés, effets sur le comportement élastique.

Interactions défauts ponctuels - dislocations - réseau.

P H Y S I Q U E N U C L E A I R E

M. Gailloud

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences
5ème et 6ème semestre

PROGRAMME

1. Particules élémentaires: propriété et interactions, classification.
2. Cinématique relativiste d'une collision élastique: transformation de Lorentz, invariants relativistes.
3. Interactions des rayonnements nucléaires dans le milieu: perte d'énergie d'une particule chargée par ionisation, diffusion Coulombienne, rayonnements de freinage et de Cerenkov; ralentissement des neutrons dans un diffuseur; effet photoélectrique, effet Compton, création de paires.
4. Structure du noyau atomique: le modèle en couche à nucléons indépendants, prévisions sur les niveaux d'énergie stationnaires, le moment angulaire, la parité, le moment magnétique dipolaire et le moment électrique quadrupolaire; aperçu d'autres modèles.
5. Désintégrations radioactives: vie moyenne et largeur d'un état instable; émission alpha; émission Bêta et capture électronique; émission gamma et conversion interne.
6. Réactions nucléaires: bilan énergétique, seuil; phénomènes de résonance à basse énergie; polarisation et corrélations de spin à moyenne et haute énergies.

PHYSIQUE DES PLASMAS I ET II

5ème semestre

- I. 1) Phénomènes collectifs - Phénomènes particuliers
- 2) Mouvement des particules chargées - Centre de guidage - Invariantes adiabatiques - Dérives
- 3) Le modèle à deux fluides du plasma
- 4) Les ondes dans le plasma uniforme: sans et avec champ magnétique
- 5) Instabilités dans le plasma uniforme
- 6) L'approximation MHD

6ème semestre

- II. 1) L'équation de Vlasov: relation avec le modèle des 2 fluides
- 2) Equilibres
- 3) Les ondes selon le modèle Vlasov
- 4) Collisions

E. Weibel, professeur

CHAPITRES CHOISIS DE CHIMIE GENERALE

7ème semestre, ing.-physiciens

semestre d'hiver

E. KOVATS, professeur

Electron dans le champ de noyau. Orbites atomiques et fonctions d'onde de l'atome hydrogénoïde. Atomes multi-électrons : tableau périodique. Rappel des éléments de la cristallographie : la structure des solides, la liaison ionique. Orbite moléculaire, la méthode de LCAO : la liaison covalente. Eléments de la thermodynamique chimique : constante d'équilibre. Produits de solubilité. Réactions élémentaires : réactions par transfert de protons : (acides de Brønsted). Réactions par transfert d'électrons (oxydo-réductions).

EPF - LAUSANNE DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

LABORATOIRE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX

Cours obligatoire - Physiciens 5e semestre

ELECTRONIQUE I (2 h/semaine) - Professeur F. de Coulon

- I) But du cours : Introduction aux notions fondamentales d'analyse des signaux, circuits et systèmes électriques, ainsi qu'aux caractéristiques essentielles des composants électroniques.
Présentation des éléments nécessaires à la compréhension des instruments électroniques et à leurs applications.

II) Table des matières :

0. Introduction

1. Signaux

- 1.1 Traitement des signaux
- 1.2 Notations particulières
- 1.3 Classification des signaux
- 1.4 Méthodes d'analyse et de représentation des signaux
 - 1.4.1 Signaux sinusoïdaux - Calcul complexe
 - 1.4.2 Signaux périodiques - Série de Fourier
 - 1.4.3 Signaux non périodiques - Transformation de Fourier
 - 1.4.4 Signaux aléatoires et bruit de fond
- 1.5 Comparaison de signaux par corrélation
- 1.6 Modulation et changement de fréquence
- 1.7 Représentation digitale de signaux analogiques

2. Circuits électriques

- 2.1 Introduction aux circuits électriques
- 2.2 Notions de systèmes linéaires
- 2.3 Etude des circuits à constantes localisées
- 2.4 Application à l'étude de cas
- 2.5 Quadripôles et filtres
- 2.6 Circuits à paramètres distribués

3. Composants électroniques

- 3.1 Caractéristiques générales des principaux composants électroniques
- 3.2 Eléments de technologie des transistors et circuits intégrés

Livret des cours de la Section de Physique

ELECTRONIQUE II

à l'intention des étudiants physiciens du 6e semestre ainsi que des étudiants de la Faculté des sciences.

Description

- . L'amplificateur opérationnel et ses applications.
- . Structures de l'amplificateur opérationnel et imperfections.
- . Montages élémentaires à transistors.
- . Amplificateurs pour signaux alternatifs-
Structures et performances.
- . Exemples de circuits intégrés à moyenne échelle tels le multiplicateur intégré, le VCO (Voltage Controlled Oscillator) intégré.
- . Introduction aux systèmes et circuits logiques.

23.4.75.

J.-D. Chatelain



TECHNOLOGIE GENERALE : CONSTRUCTIONS

Cours obligatoire aux physiciens, 5ème semestre (1h hebd.)

M. Ziegenhagen, professeur ; H. Rieben, maître de dessin

Etude du dessin technique en tant que moyen d'expression, conventions et règles.

Eléments et méthodes d'assemblage.

Usinages courants, états de surface, visite d'ateliers et démonstrations. Choix des matières.

Appareils et éléments de construction utilisés au laboratoire, dimensionnement et adaptation.

Etude sommaire de quelques techniques de laboratoire, visites de laboratoires, démonstrations.

But du cours : Etude de la dynamique des systèmes, mise en équations, linéarité, etc., en vue de la commande et du réglage.

Matière du cours : base : cours polycopié *REGLAGE AUTOMATIQUE I (év. II)*
Principes de mise en équation, calcul opérationnel, fonction de transfert. Contre-réaction, réglage par tout-ou-rien, réglage P-I-D . Conditions et critères de stabilité.
Etude de quelques mécanismes : moteur, actuateur, transmission.
Notions d'étude de systèmes non linéaires (méthode du premier harmonique, du plan de phase, méthode de Cypkin, etc.)
Exercices et travaux écrits en cours de semestre. Répétition semestrielle orale ou écrite.

Connaissances préalables : cours de mécanique générale ; mathématiques : algèbre linéaire ; équations différentielles linéaires.

TECHNOLOGIE GENERALE

Semestre d'été

Physiciens 6ème semestre

Le cours se scinde en deux parties :

a) Processus de mise en forme

Les processus de mise en forme jouent sur le plan industriel un grand rôle et notamment la technologie des poudres et du frittage. Le cours suit donc tout le processus depuis les matières premières jusqu'au produit fini, en relevant les problèmes thermodynamiques et de mesure qui se posent à l'ingénieur. Les diagrammes de phases sont également discutés.

b) Techniques d'usinage

Les problèmes de l'usinage sont en général mal connus et cette partie traite des théories actuellement en vigueur pour l'usinage classique ainsi que des techniques spéciales telles que usinage par laser, électroérosion, etc.

Dr Ch. HAUSER

13.5.75

FACULTE DES SCIENCES

Professeur D. Rivier

11.7.74

Cours de Physique quantique (option)

7e et 8e semestre

1. Introduction, objectif et plan du cours
 2. Les formes des équations du mouvement d'un système classique.
 3. L'espace de Hilbert de la physique quantique. L'état du système et les bases hilbertiennes de la physique quantique.
 4. Les concepts fondamentaux de la physique quantique: état, grandeur physique, observable, mesure. Les postulats de la physique quantique et la correspondance entre physique classique et physique quantique.
 5. Les formes des équations du mouvement d'un système quantique. Cas d'un champ électromagnétique extérieur.
 6. Les états stationnaires. Liaison des états et spectre d'énergie.
 7. L'opérateur statistique et la théorie de la mesure.
 8. L'oscillateur harmonique et l'espace des quanta.
 9. Les systèmes à N particules semblables.
 10. Les méthodes de perturbation.
 11. Les équations relativistes de la physique quantique.
-

THEORIE QUANTIQUE DE LA DIFFUSION

7e semestre - Cours à option

Le but du cours est de familiariser l'étudiant avec la description quantique des processus de diffusion mutuelle de deux particules. L'on se limite à la théorie non relativiste de la diffusion de particules interagissant par l'intermédiaire d'un potentiel central. Les sujets suivants sont traités en détail :

- Description quantique du processus de diffusion : amplitude de diffusion, sections efficaces totale et différentielle.
- Décomposition en ondes partielles, et formalisme indépendant du temps. Comportement des ondes partielles à basse énergie. Résonances.
- Les opérateurs de diffusion, équation de Lipman-Schwinger. Série de perturbation.
- Propriétés analytiques des amplitudes de diffusion.

Prof. G. Wanders.

Dorigny, le 30 avril 1975

CHAPITRES CHOISIS DE MECANIQUE QUANTIQUE

Cours à option aux physiciens, 7ème semestre

(semestre d'hiver)

Ph. Martin, chargé de cours

- I Groupes et représentations des groupes (rappels)
- II Systèmes de particules identiques
Particules identiques en mécanique classique et quantique, groupe de permutations, principe de symétrisation
- III Classification des atomes et de leurs niveaux
Atome d'hélium, configurations électroniques, termes spectraux
- IV Spectres des Hamiltoniens atomiques
Eléments de théorie spectrale. Pourquoi les atomes ont-ils une infinité d'états liés ?
- V Méthodes variationnelles
Modèles de Thomas et Fermi, équations de Hartree et Fock
- VI La molécule
Stabilité de l'ion H^+ , rotations et vibrations.

LES CHANGEMENTS DE PHASE DU POINT DE VUE DE LA MECANIQUE STATISTIQUE

(8ème semestre, physique)

Hervé KUNZ

1. Définitions et description sommaire de divers changements de phase

Caractérisation thermodynamique et microscopique. Changements de phase continus et discontinus. Paramètres d'ordre. Brisement de symétrie.

2. Description thermodynamique

Systèmes infinis et limite thermodynamique. Interactions. Existence de potentiels thermodynamiques et leurs propriétés. Equivalence des ensembles. Théorie de Yang-Lee.

3. Description microscopique

Etat et fonctions de corrélation. Equations intégrales pour les fonctions de corrélation. Développement de basses densités (viriel). Ordre à grande distance et brisement de symétrie.

4. Modèles de changements de phase

Modèles réticulaires (Ising, rotateurs, Heisenberg, ...)

Approximation du champs moléculaire. Existence ou absence de changements de phase selon la dimensionnalité ou la symétrie des modèles. Application de la théorie de Yang-Lee.

Inégalités de corrélation.

25.3.75

CHAPITRES CHOISIS DE THEORIE DES SOLIDES

Physiciens 7ème semestre

Semestre d'hiver

Ph. Choquard, professeur

- I. Théorie électronique des métaux simples, illustrée par le modèle du jellium (fonction diélectrique à température nulle , excitations élémentaires, énergie de cohésion).
- II. Théorie phononique des diélectriques simples (facteur de structure dynamique, interaction phonons-phonons).

16.5.75

Cours de spécialité : propriétés magnétiques de la matière

7e semestre :

8e semestre :

Prof. J.-P. Borel et A. Châtelain. vacat.

Electron dans un puits de potentiel central et moment cinétique orbital (rappel).

Le moment cinétique de spin : formalismes de Pauli et de Dirac: (hamiltonien relativiste, équation de Dirac, représentation de Dirac, les spineurs, approximations: anomalie de spin, couplage spin orbite).

Equation du mouvement et moment résultant.

Moments cinétiques d'un atome libre : coefficients de Clebsch Gordon, théorème de Wigne Eckart, couplages Russel Saunders et $j j$.

Hamiltoniens magnétiques.

Diamagnétisme de Langevin.

Paramagnétisme des ions libres et d'un gaz d'électrons (Pauli).

Hamiltonien de spin, champ cristallin.

Résonance de spin électronique et nucléaire.

2.5.1975

JPB/fk

Ph. SCHMID, Physique des Semiconducteurs, Physiciens 7è semestre

Concerne : Livret de cours, section Physique

RESUME

1. Propriétés de symétrie
 - 1.1 Opérations de symétrie dans les cristaux
 - 1.2 Symétrie des états propres, représentations, règles de sélection
2. Etats électroniques
 - 2.1 Liaison covalente, hybridisation d'orbitales
Exemples moléculaires et cristallins
 - 2.2 Structure de bandes : combinaisons d'orbitales atomiques
 - 2.3 Le réseau vide, électron quasi-libre
 - 2.4 Propriétés de symétrie : dégénérescence, comptabilité
 - 2.5 Etats liés d'une impureté
3. Dynamique de l'électron
 - 3.1 Electron et trou
 - 3.2 Masse effective et méthode $k.p$
4. Etats vibratoires
 - 4.1 Oscillateur harmonique; phonon
 - 4.2 Dynamique du réseau; propriétés de symétrie des modes normaux

Propriétés optiques des semiconducteurs

(cours à option aux physiciens, 8ème semestre)

Ph. Schmid

1. Introduction

Utilisation des mesures optiques pour l'étude des propriétés des semiconducteurs, utilisation des propriétés des semiconducteurs pour la création de composants optiques.

2. Constantes optiques et relations de dispersion

Description classique de la propagation d'ondes électromagnétiques dans les solides, réflectivité, absorption, relations de dispersion, règles de somme.

3. Transitions interbandes

Probabilité de transition, densité d'état, transitions directes et indirectes, règles de sélection.

4. Théorie des excitons

Approximation de la masse effective, transitions excitoniques.

5. Spectres optiques des semiconducteurs

Exemple de spectres de réflectivité et d'absorption d'un semiconducteur cubique.

6. Luminescence

Description du phénomène, électroluminescence, photoluminescence.

7. Optique non linéaire

Relations fondamentales, génération d'harmoniques, diffusion Raman.

Cours de spécialité de la Section de Physique, 7e semestre

PHYSIQUE DES NEUTRONS

1. INTERACTION DES NEUTRONS AVEC LA MATIERE

- 1.1 Types d'interaction . Sections efficaces . Libre parcours moyen
- 1.2 Flux neutronique . Dépendance de l'énergie
- 1.3 Formule de Breit-Wigner . Elargissement Doppler
- 1.4 La fission . Neutrons prompts et différés . Produits de fission
- 1.5 Sources de neutrons

2. DIFFUSION DES NEUTRONS

- 2.1 Courant neutronique . Loi de Fick
- 2.2 L'équation de la diffusion . Applications
- 2.3 Noyaux de diffusion . Théorème de réciprocité
- 2.4 L'équation de Boltzmann . Méthodes de résolution

3. RALENTISSEMENT DES NEUTRONS

- 3.1 Collisions élastiques
- 3.2 Densité de ralentissement
- 3.3 L'équation de Fermi

4. THEORIE DES REACTEURS NUCLEAIRES

- 4.1 Cycle du neutron . Facteur de multiplication
- 4.2 Modèle à 1 groupe . Applications
- 4.3 Autres modèles . Applications
- 4.4 Théorie générale

5. METHODES STOCHASTIQUES

- 5.1 Processus aléatoires . Bruit
- 5.2 Modèle stochastique du réacteur . Equations cinétiques
- 5.3 Fonction de corrélation . Densité spectrale . Applications

Cours de spécialité de la Section de Physique, 7e et 8e semestres

PHYSIQUE DES METAUX

S. Steinemann, professeur

7ème semestre (2h + 1h)

Physique métallurgique : thermodynamique et structures des alliages solides et liquides, équilibre, hors-équilibre, transitions de phases. Applications, démonstrations.

8ème semestre (2h + 1h)

Théorie continue appliquée aux défauts : énergie élastique, insertions, dislocations. Applications.

Théorie électronique : potentiel, pseudo-potentiel, forme effective des fonctions d'onde, écrantage. Impuretés, bande rigide, règle des sommes, états virtuels. Applications.

5.7.74/BV/nr

PHYSIQUE DES PARTICULES ELEMENTAIRES

M. Gailloud

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences
7ème et 8ème semestre (options)

PROGRAMME

1. Etats fondamental et excités des particules, classification: interactions; lois de conservation.
2. Interactions électromagnétiques: mesure des facteurs de forme électromagnétiques; mesure d'un moment magnétique intrinsèque.
3. Interactions fortes (nucléaires): l'isospin, test du principe d'indépendance de charge; étrangeté et hypercharge; conjugaison de charge, isoparité, application dans l'annihilation du positronium; résonances, formation et production, détermination des nombres quantiques, masse largeur, spin, isospin, parité, isoparité.
4. Interactions faibles, violation de la parité, conséquences dans la désintégration faible; test de l'invariance par renversement du temps; le système du $K^0(\bar{K}^0)$, interférences et régénération; tests de la violation de l'étrangeté et de l'isospin, de $\hat{CP}$; interactions des neutrinos.

Remarque: les pts 1, 2 et 3 sont traités au 7ème semestre, le pt 4 au 8ème.

M O D E L E S N U C L E A I R E S

Prof. C. Joseph

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences

7ème semestre

PROGRAMME

- Mouvement d'une particule dans un puit de potentiel central. Le moment cinétique orbital. Le spin des nucléons. Couplage de moments cinétiques. Transformation des fonctions d'ondes par rotations d'espace. Les opérateurs tensoriels irréductibles, théorème de Wigner-Eckart.
- Le modèle en couches à nucléons célibataires. Evidences expérimentales d'une structure en couches. Niveaux d'énergie pour des potentiels centraux types. Interaction spin-orbite. Les prévisions du modèle, spins nucléaires des états fondamentaux, moments magnétiques dipolaires et électriques quadrupolaires.
- L'interaction nucléon-nucléon. Spin isotopique. Les états de spin d'un système à deux nucléons. Force tensorielle. Le deuton.
- Modèle en couches avec interaction résiduelle entre paires de nucléons. Les modes de couplage j-j et L-S.
- Modèles collectifs. La goutte liquide. Les états collectifs de vibration et de rotation. Etats d'une particule dans un potentiel déformé, le modèle de Nilsson. Couplage entre particule individuelle et excitation collective.

R E A C T I O N S N U C L E A I R E S

Prof. C. Joseph

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences
8 ème semestre

PROGRAMME

- Cinématique. Systèmes de référence. Sections efficaces. Diffusion de Rutherford.
- Diffusion élastique de particules dépourvues de spin. Onde plane et ondes sphériques. Développement de l'onde plane en ondes partielles. Amplitudes de diffusion. Calcul des sections efficaces de diffusion et de réaction. Théorème optique. Déphasages. Equation intégrale de la diffusion. Fonction de Green. Développement en série de Born.
- Diffusion de particules de spin $\frac{1}{2}$ et 0. Polarisation.
- Réactions nucléaires. Les voies de réaction. La matrice de diffusion. Réciprocité et bilan détaillé.
- Résonances dans la diffusion élastique. Le modèle du noyau composé. Modèle statistique.
- Modèle optique. L'absorption par un potentiel complexe. Les paramètres du potentiel optique. Sections efficaces moyennes. Strength function.
- Interaction directe. Modèle pour réactions de stripping et de pick-up.

LABORATOIRE D'ELECTRONIQUE GENERALE DE L'EPFL, Prof. R. Dessoulavy
ELECTRONIQUE III

Cours à option pour ingénieurs physiciens - 7e semestre

Cours : 2h/semaine (en lieu et place du cours
Exercices : 1h/semaine d'électronique spécial)

I. But du cours

Compléter la formation de base des cours ELECTRONIQUE I et II en poursuivant l'étude de circuits particuliers et en abordant celle de systèmes plus complexes, notamment de structures intégrées.

II. Table des matières (sujette à modifications)

1ère partie : Circuits électroniques particuliers

1. Amplificateurs de puissance A,B
2. Amplificateurs classe C
3. Modulation et démodulation AM
4. Modulation et démodulation FM
5. Amplificateurs sélectifs HF

2ème partie : Systèmes et structures intégrés

6. Analyse du schéma d'un récepteur radio
7. Décodeur stéréo pour récepteur FM
8. Problèmes de stabilité des montages à ampli-op.
9. Compensation d'amplificateurs opérationnels
10. Conversion D/A et A/D
11. Oscillateur commandé par une tension (VCO)
12. Oscillateur asservi en phase (PLL)
13. Multiplicateur intégré
14. Redresseur stabilisé intégré
15. Mémoires à semiconducteurs

III. Forme

Exposé et discussions sur la base de notices techniques des fabricants, de schémas et de quelques fascicules polycopiés. L'étudiant est familiarisé avec le genre de documentation à disposition par la suite dans la vie pratique.

IV. Connaissances préalables

Cours ELECTRONIQUE I et II.

ELECTRONIQUE NUCLEAIRE ET DETECTEURS

J.-F. Loude

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences

7ème semestre

PROGRAMME

Etude des processus de détection, principalement pour les particules chargées, dans les gaz, les liquides et les solides. Calculs de la forme de l'impulsion électrique de courant délivrée par les chambres d'ionisation, compteurs proportionnels, chambres multifilaires, compteurs Geiger-Müller, détecteurs semiconducteurs, détecteurs à scintillation et de Cerenkov. Etude des photomultiplicateurs. Limites intrinsèques des résolutions en énergie et en temps de ces détecteurs.

Couplage du détecteur au dispositif électronique. Amplification et mise en forme. Analyse en amplitude. Spectrométrie; filtrage du signal, optimum théorique et possibilités réelles en relation avec les sources de bruit. Mesures directes et indirectes d'intervalles de temps courts; limites de la résolution temporelle.

Livret des cours de la section Physique

J.-D. Nicoud, professeur

CALCULATRICES DIGITALES II

7ème semestre Electricité, Mathématique et Physique.

2 h. de cours et 1 h. d'exercice.

Le cours "Calculatrices digitales II" fait suite au cours "Calculatrices digitales I", mais son contenu est assez indépendant. Il expose la structure électronique des calculatrices et interfaces et est destiné à des ingénieurs qui veulent être capables de concevoir et réaliser des systèmes digitaux complexes associés à des unités de calcul. Le cours est illustré par de nombreux exercices et manipulations.

Plan du cours

Systèmes digitaux : familles logiques, symboles et notations, utilisation des principaux modules digitaux.

Architecture des miniordinateurs : bus de transfert, gestion des entrées/sorties, interruption et DMA.

Liaison entre ordinateurs et périphériques : modes de liaison, interfaces et contrôleurs de périphériques, structures types pour quelques mini-ordinateurs.

Livret des cours de la section Physique

J.-D. Nicoud, professeur

CALCULATRICES DIGITALES I

6ème semestre électriciens et mathématiciens, 8ème semestre physiciens.

Le cours "Calculatrices digitales I" introduit les miniordinateurs sous l'aspect de leur organisation générale et de leur utilisation.

Plan du cours

Représentation interne et externe des données.

Eléments de base d'une calculatrice.

Organisation d'un ordinateur, déroulement interne des opérations.

Moyens de programmation d'un miniordinateur, langage machine et langage d'assemblage.

Systèmes et programmes utilitaires d'exploitation.

Note : Le cours CD1 est donné aux électriciens du 6ème semestre et sert d'introduction au cours CD2. Le contenu des deux cours est suffisamment indépendant pour que l'ordre puisse être inversé. Les étudiants physiciens ayant suivi le cours CD2 et travaillé par eux-mêmes la matière du cours CD1 auront la possibilité de suivre à la place le cours "Périphérique" ou le cours "Langages pour mini- et microordinateurs".

EPF - LAUSANNE DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

LABORATOIRE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX

Cours à option - Electriciens/Physiciens 7e semestre

DETECTION DE SIGNAUX (2 h/semaine) - Professeur : F. de Coulon

I) But du cours : Introduction aux concepts théoriques et procédures expérimentales relatifs à la détection ou la mesure de signaux en présence de perturbations aléatoires (bruit de fond). Exemples d'applications aux techniques de mesures, au radar et aux télécommunications.

II) Table des matières :

1. SIGNAUX ET BRUIT DE FOND

Rappels sur les signaux déterministes et aléatoires. Représentation vectorielle des signaux. Sources de bruit de fond. Processus gaussiens.

2. TRANSFORMATIONS NON LINEAIRES DES SIGNAUX

Fonctions de variables aléatoires. Application à la somme de vecteurs aléatoires. Théorème de Price. Détection d'enveloppe.

3. THEORIE DE LA DETECTION

Nature du processus de détection : recherche de stratégies optimales d'identification ou de récupération d'un signal utile fortement perturbé. Choix de critères de performance. Eléments de théorie statistique de la décision : critère de Bayes, test "minimax", critère de Neyman-Pearson. Eléments de théorie statistique de l'estimation. Filtrage linéaire optimum

4. EXEMPLES D'APPLICATION

Détection d'un signal connu par corrélation ou filtrage adapté. Signaux à bonnes propriétés de corrélation. Mesure de paramètres d'un signal perturbé. Estimation expérimentale de valeurs moyennes. Récupération d'un signal récurrent noyé dans du bruit de fond. Détection synchrone.

III) Forme : Le cours "Détection de signaux" fait l'objet de notes polycopiées qui sont commentées et illustrées en classe par des exemples d'application et des démonstrations expérimentales. Des exercices complémentaires sont proposés au titre de travail personnel. La note semestrielle est basée sur les résultats obtenus aux contrôles écrits effectués en cours de semestre et à la répétition orale finale.
Des projets de semestre et de diplôme peuvent être effectués dans ce domaine.

IV) Connaissances préalables : Notions fondamentales de traitement des signaux : représentations spectrales, corrélation, modulation. Notions de base de probabilité et de processus aléatoires.

EPF - LAUSANNE DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

LABORATOIRE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX

Cours à option - Electriciens/Physiciens 8e semestre

INFORMATION ET CODAGE (2 h/semaine) - Professeur : F. de Coulon

I) But du cours : Introduction à la théorie de l'information et à ses applications pour le codage des signaux.

II) Table des matières :

1. Introduction

- 1.1 Théorie de l'information et du codage
- 1.2 Mesure de l'information
- 1.3 Références principales

2. Sources d'information

- 2.1 Introduction
- 2.2 Sources discrètes sans mémoire
- 2.3 Sources de Markov
- 2.4 Sources binaires
- 2.5 Sources continues
- 2.6 Redondance et efficacité

3. Réduction de la redondance

- 3.1 Théorème fondamental du codage de source
- 3.2 Code de Shannon-Fano
- 3.3 Code optimum de Huffman
- 3.4 Codes sous-optimums

4. Transfert de l'information

- 4.1 Transinformation
- 4.2 Capacité d'une voie de transfert
- 4.3 Voie binaire
- 4.4 Voie analogique - formule de Shannon
- 4.5 Probabilité d'erreur de transmission
- 4.6 Théorème fondamental du codage d'une voie perturbée

5. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs

- 5.1 Introduction
- 5.2 Codes détecteurs d'erreurs
- 5.3 Codage de blocs (codes linéaires, cycliques, de Hamming)
- 5.4 Codage convolutif
- 5.5 Correction de paquets d'erreurs

III) Forme : Le cours "Information et codage" fait l'objet de notes polycopiées qui sont commentées et illustrées en classe par des exemples d'applications et des démonstrations expérimentales. Des exercices complémentaires sont proposés au titre de travail personnel. La note semestrielle est basée sur les résultats obtenus aux contrôles écrits effectués en cours de semestre et à la répétition orale finale.

Des projets de semestre et de diplôme peuvent être effectués dans ce domaine.

IV) Connaissances préalables : Eléments de calcul des probabilités.

EPF - LAUSANNE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

Cours électriciens, 5ème semestre

Cours à option mathématiciens, 5ème semestre, physiciens, 7ème semestre

D. Mange, professeur : SYSTEMES LOGIQUES I (4 heures/semaine)I) But du cours

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de méthodes systématiques permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain "savoir-faire" dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

II) Table des matières

1. Systèmes logiques combinatoires : définition des systèmes logiques ; variable logique ; fonctions logiques d'une et plusieurs variables ; modes de représentation des fonctions logiques ; algèbre logique ou "algèbre de Boole".
2. Simplification des systèmes combinatoires : matérialisation des systèmes combinatoires et hypothèses relatives à la simplification ; simplification par la méthode de la table de Karnaugh ; utilisation des circuits "OU exclusif".
3. Basculs bistables : notion de système séquentiel ; définition et propriétés générales des bascules ; analyse détaillée d'un cas particulier : la bascule "SR" ; modes de représentation des divers types de bascules.
4. Compteurs synchrones et asynchrones : définition et modèle général, représentation par un graphe et une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. Machines séquentielles synchronisées : définition et modèle général, représentation par un graphe et une table d'états, analyse. Méthode générale de synthèse : élaboration de la table d'états primitive, réduction et codage des états, détermination et simplification des fonctions combinatoires. Réalisation d'une serrure électronique.

III. Forme

Le cours est donné sous forme "intégrée" : chaque bloc de 4 heures hebdomadaires se décompose en cours théorique, exercices, préparation de laboratoire et laboratoire (à l'aide de modules logiques électroniques) qui se succèdent par tranches d'une vingtaine de minutes chacun ; photocopié à disposition des étudiants.

IV. Connaissances préalables

aucune.

4 avril 1975

EPF - LAUSANNE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE

Cours à option aux étudiants électriciens et mathématiciens, 6ème semestre
et aux étudiants physiciens, 8ème semestre

D, Mange, professeur : SYSTEMES LOGIQUES 2 (3 heures/semaine)

1. But du cours

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de méthodes systématiques permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain "savoir-faire" dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

2. Table des matières

2.1. Introduction à la théorie des machines séquentielles asynchrones.

Application de cette théorie à la synthèse et à l'analyse de bascules bistables ; études de cas : analyse critique de circuits intégrés réels, par exemple bascules "JK" (maître-esclave) et "D" (commandée par le flanc du signal d'horloge).

2.2. Analyse et synthèse de modules logiques couramment utilisés au sein des systèmes digitaux complexes : compteurs à présélection, compteurs réversibles, registres à décalage complexes, multiplexeurs et démultiplexeurs, etc. ...

2.3. Systèmes logiques futurs

Conception de systèmes logiques universels et/ou itératifs.

3. Forme

Le cours est donné sous forme "intégrée" : chaque bloc de 3 heures hebdomadaires se décompose en cours théorique, exercices, préparation de laboratoire et laboratoire (à l'aide de modules logiques électroniques) qui se succèdent par tranches d'une vingtaine de minutes chacun.

4. Connaissances préalables

cours "Systèmes logiques 1" (5ème semestre).

4 avril 1975

Cours à option physiciens 7^{ème} semestre

Prof. A. ROCH

REGLAGE AUTOMATIQUE III

But du cours : Introduction à l'étude moderne de l'automatique : systèmes multivariables, introduction au contrôle optimal.

Matière du cours : Systèmes multivariables linéaires et non linéaires. Variables d'état, équation d'état. Résolution. Matrice de transition. Transformation linéaire, forme canonique. Gouvernabilité, observabilité. Observateur linéaire.

Rappels de calcul des variations, éq-d'Euler-Lagrange. Conditions aux limites. Problème à temps final libre. Optimisation liée. Problème de Bolza. Hamiltonien. Principes de Bellman, de Pontryagine.

Forme : Base du cours : polycopié REGLAGE AUTOMATIQUE III
exercices en cours de semestre, interrogation orale finale.

Connaissances préalables : cours de Réglage I et II, revue des cours de mathématiques linéaires et de calcul intégral.

Cours à option physiciens 8^{ème} semestre

Prof. A. ROCH

REGLAGE AUTOMATIQUE IV

But du cours : Réglage en présence de bruit, réglage stochastique, filtre optimal linéaire de Wiener, filtre de Kalman.

Matière du cours : Rappels de statistique : moyenne, moments, distributions théoriques, binomiale, normale de Poisson. Calcul des probabilités.

Fonctions aléatoires, principe d'ergodicité. Caractéristiques d'ordre 1 et 2, autocorrélation et intercorrélation. Filtre optimal de Wiener. Filtre de Kalman.

Forme : Base du cours : polycopié REGLAGE AUTOMATIQUE IV
exercices en cours de semestre, répétition semestrielle orale.

Connaissances préalables : cours de réglage I et II, III recommandé.
Analyse élémentaire de Fourier. Notions de statistique.

Cours de spécialité de la Section de Physique, 8e semestre

INTRODUCTION AU GENIE ATOMIQUE

1. CALCUL DES REACTEURS NUCLEAIRES

- 1.1 Rappel*
- 1.2 Le réacteur CROCUS
- 1.3 Diffusion multigroupe
- 1.4 L'équation générale de Boltzmann
- 1.5 Méthode des perturbations

2. CINETIQUE ET DYNAMIQUE

- 2.1 Les équations cinétiques
- 2.2 Coefficients de réactivité . Empoisonnement
- 2.3 Comportement transitoire . Fonction de transfert
- 2.4 Evolution
- 2.5 Contrôle et instrumentation

3. LES COMBUSTIBLES NUCLEAIRES

- 3.1 Extraction . Purification . Enrichissement
- 3.2 Principaux combustibles nucléaires
- 3.3 Défournement . Retraitement . Stockage des déchets

4. PRINCIPAUX TYPES DE REACTEUR - RADIOPROTECTION ET SECURITE

- 4.1 Les composants du réacteur et de la centrale :
 - PWR (eau pressurisée)
 - BWR (eau bouillante)
 - HTR (haute température)
 - FBR (surgénérateur)
- 4.2 Ecrans de protection
- 4.3 Accidents nucléaires . Radioprotection . Normes de sécurité

* Il est recommandé d'avoir suivi le cours de "Physique des neutrons"

ACCELERATION DES PARTICULES ET OPTIQUE DES FAISCEAUX

R. Weill

Sections de physique, EPF-L et Faculté des Sciences
7ème semestre

PROGRAMME

- Description du fonctionnement des principaux types d'accélérateurs. Leurs limites en énergie et intensité.
- Mouvement des particules chargées dans les champs électriques et magnétiques uniformes: applications aux séparateurs de masses électrostatiques et à radiofréquences.
- Mouvement des particules chargées dans les champs magnétiques non uniformes; les oscillations betatrons.
Analogies entre l'effet des systèmes électriques et magnétiques sur les trajectoires des particules chargées et l'optique géométrique.
- Le théorème de Liouville, quelques applications.
- Descriptions de quelques systèmes de "focalisation": focalisation forte, quadrupoles. Applications.
- Les conditions de stabilité des systèmes cycliques et l'évolution des oscillations betatrons sous l'effet de divers facteurs.
- La stabilité de phase et les oscillations synchrotrons.

Cours à option pour physiciens 7ème semestre, semestre hiver

(Ce cours est aussi suivi par les mécaniciens 5ème semestre, option M3 et par une partie des électriciens 5ème semestre).

C.W. Burckhardt, professeur ordinaire: MICROTECHNIQUE I (2 heures par semaines).

I. But du cours: Le cours introduit la microtechnique.

II. Table des matières:

1) Introduction.

Définition de la microtechnique et de ses domaines typiques, par exemple la montre et la machine à écrire. Description de la microtechnique à l'échelle industrielle.

2) Les lois de similitude en microtechnique.

Résistance des matériaux, systèmes oscillants, transducteurs électromagnétiques et limitation des lois de similitude.

3) Systèmes mécaniques.

L'application de la théorie des systèmes à la mécanique est présentée. Moyens mécaniques pour faire des opérations arithmétiques et logiques. Codeurs et décodeurs électro-mécaniques. Quelques problèmes dynamiques. L'électro-aimant travaillant au collage.

4) Introduction à la théorie de l'information.

Le canal sans bruit, codage, équivocation, le canal avec bruit. Le tout est donné à l'aide d'exemples mécaniques.

III. Forme:

Le cours de microtechnique est présenté en classe; il est appuyé par quelques feuilles polycopiées. Chaque semaine, des exercices simples sont donnés à l'élève; ceux-ci nécessitent une heure environ de travail. Les répétitions semestrielles à la fin du cours sont orales. La note du semestre est la moyenne entre la note des exercices et celle des répétitions semestrielles.

Le cours de microtechnique peut être suivi d'un deuxième cours de microtechnique de nature plus technologique. Il est possible de faire des travaux pratiques (laboratoire et travaux de diplôme) à l'Institut de Microtechnique.

IV. Connaissances préalables.

Physique, électrotechnique, connaissances élémentaires de la résistance des matériaux et du dessin technique.

St-Sulpice, mai 1975.

CWB/mc

Cours à option pour physiciens 8ème semestre, semestre d'été

C.W. Burckhardt, professeur ordinaire: MICROTECHNIQUE IV, 2 heures par semaine.

Ce cours est donné exclusivement aux physiciens du 8ème semestre et éventuellement à quelques auditeurs.

Description

Ce cours fait le pont entre la microtechnique et la cybernétique. Il traite quelques chapitres choisis tels que par exemple:

- Transmission d'information graphique, données de base, méthode de calcul et description des systèmes développés à l'Institut de Microtechnique.
- Physiologie de l'oeil, transmission de l'information à l'intérieur de la rétine, vision en couleurs, papillotement.
- Robot industriel, développements en direction du robot intelligent, sens tactile, sens visuel.

St-Sulpice, mai 1975

CWB/mc

Travaux pratiques en microtechnique pour physiciens 7ème et 8ème semestres

C.W. Burckhardt, professeur ordinaire.

Ces travaux pratiques sont en liaison avec les travaux de recherche exécutés à l'Institut de Microtechnique. Ils peuvent être choisis de cas en cas selon le désir des étudiants et ils se situent dans les domaines suivants:

- horlogerie non conventionnelle, couplage non linéaire entre deux oscillateurs mécaniques, travaux théoriques et expérimentaux,
- transmission d'information graphique, développement d'une console pour ordinateur, développement d'une machine à enseigner, reconnaissance de caractères,
- robots industriels, robot à sens tactile (capteur de force), développement d'un robot à sens visuel, méthode holographique, traitement d'information, commande des mouvements du robot, etc.

CW

St-Sulpice, 29.4.75

CWB/mc

W. Benoit, professeur : PHYSIQUE METALLURGIQUE I

Cours de spécialité pour physiciens 7e semestre

Thermodynamique du solide

Etude de l'équilibre par une introduction aux diagrammes de phase dans les alliages binaires. Théorie de la diffusion intermétallique et des mécanismes activés thermiquement. Transformation dans les métaux (germination, croissance, courbes TTT).

Théorie des dislocations

Description géométrique, étude du mouvement et observation directe des dislocations. Théorie élastique : champ de contraintes et de déformation autour d'une dislocation, énergie et tension de ligne, force de Peach et Koehler, interaction entre dislocations, force chimique, sources de dislocations. Effet de la périodicité du cristal, contrainte critique de glissement, décrochements et crans. Dislocations dans les structures cfc : imparfaites de Shockley, verrou de Lomer-Cottrell, tétraèdres lacunaires, mesure de l'énergie de faute d'empilement.

Les défauts ponctuels

Description, concentration à l'équilibre, théorie élastique, études expérimentales.

W. Benoit, professeur : PHYSIQUE METALLURGIQUE II

Cours de spécialité pour physiciens 8e semestre

Complément au cours d'hiver, notamment :

Déformation plastique

Mécanique de la déformation et déformation plastique des monocristaux (cfc, hc et cc) . Théorie de l'écrouissage . Solutions solides . Restauration et recristallisation, fluage, fatigue, rupture .

Méthodes expérimentales

Anélasticité : relaxation des défauts ponctuels, mouvement des dislocations et interaction des dislocations avec divers obstacles .

Structure et propriétés des interfaces métalliques

Cours de spécialité de 4ème année

Microscopie électronique en physique métallurgique (8ème semestre)

R. Gotthardt, Laboratoire de génie atomique

Introduction générale et problèmes techniques.

Théorie cinématique.

Explications qualitatives des images en microscopie électronique, détermination d'orientation d'un cristal par l'image de diffraction (projection stéréographique) et par les lignes de Kikuchi, détermination du vecteur de Burgers (première approximation).

Applications : alliages, précipités, mûcles, l'énergie de fautes d'empilement, déformation plastique, irradiation, mesures à 3 dimensions.

Théorie dynamique (développement simple).

Exemples : contrastes de petits amas de défauts ponctuels ou d'impuretés, contrastes de dislocations.

Applications : microstructure de défauts d'irradiations et de petites boucles de dislocation .

Descriptions d'autres microscopes électroniques : microscope à transmission et à balayage, microscope à haute tension, avantages et désavantages, domaines de recherches.

FUSION CONTROLEE ET MHD

7ème semestre

1. Principes de la Fusion Contrôlée

- Réactions nucléaires
- Critère de Lawson
- Rayonnement
Bremstrahlung
Synchrotron

2. Confinement Inertiel

- Fusion Laser
Ondes de choc
Compression
Absorption du faisceau

3. Confinement Magnétique

- Principes des configurations principales
Mirroir
Pinch
Tokamak

4. Chauffage

- Faisceaux
neutres, électroniques et ioniques
- Haute fréquence

8ème semestre

1. Stabilité MHD

- Principe de l'énergie
- Applications
- Instabilités de dérive

2. Problèmes Techniques

- Limiteur magnétique
- Injecteur
- Diverteur

F. Troyon,
chargé de cours

TECHNIQUES SPECIALES DE DIAGNOSTIQUES EN PHYSIQUE DES PLASMAS

8ème semestre

1) Diagnostiques passifs

Micro-ondes

Infrarouge

Rayonnement visible

Rayons X

Particules neutres

Ions

Neutrons

Photographie rapide

2) Diagnostiques actifs

Interférométrie (Micro-ondes et Laser)

Réfectométrie

Hollographie

Diffusion Thomson (A grand et petit angle)

Interaction des faisceaux

3) Diagnostiques électriques

Sondes magnétiques

Sondes électrostatiques

A. Heym,
chargé de cours



FACULTÉ DES SCIENCES

INSTITUT DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

Université de Lausanne
Institut de physique expérimentale
CH-1015 LAUSANNE-Dorigny (Suisse)

INTRODUCTION A LA SUPRACONDUCTIVITE - COURS
8e SEMESTRE - PHYSIQUE

M. le professeur L. Rinderer

Introduction avec bibliographie

Propriétés électriques et magnétiques des supraconducteurs
de type I (Effet Meissner)

Thermodynamique des supraconducteurs et transitions de phase

Etat intermédiaire dans les supraconducteurs de type I

Théories phénoménologiques (Casimir-Gorter, London, Pippard)

Propriétés électriques et magnétiques des supraconducteurs
de type II et III

Etat mixte dans les supraconducteurs de type II (type III)

Base de la théorie phénoménologique de Ginzburg-Landau

Résultats des théories microscopiques (BCS)

Applications des supraconducteurs.

METALLURGIE STRUCTURALE APPLIQUEE

Prof. Wilfried Kurz

Mécaniciens M4 7ème et 8ème semestre

Physiciens (op) 7ème et 8ème semestre

Structures et propriétés des alliages

Diagrammes d'équilibres:

Solutions idéales et régulières, types des diagrammes en fonction des paramètres thermodynamiques, activité, solution à substitution et à insertion, solubilité restreinte, diagrammes ternaires.

Transformation de phases:

Germination des phases, croissance des cristaux, coefficient de partage et diagramme d'équilibre, stabilité de l'interface, croissance dendritique, ségrégations, croissance des précipités, croissance eutectique, transformation martensitique, vitesse de transformation et courbes TTT, courbes de refroidissement et microstructures.

30.4.1975/WK-uv

DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES

Chaire d'Analyse

Prof. K. ARBENZ : Analyse appliquée (2h.+1h./semaine)

Sections : Mathématiques, Electricité, Physique

Fréquentation : Math.: 5ème et 6ème ou 7ème et 8ème
semestres (option)

Phys.: 7ème et 8ème semestres (option)

El. : 6ème semestre (option)

Préalables Analyse I à IV

Description du cours :

1. Représentation mathématique des systèmes

Le vecteur d'état, systèmes différentiels, équation d'état des systèmes linéaires, discrétisation d'une équation d'état continue, système adjoint d'un système linéaire, influence des bruits blancs ou colorés sur un système linéaire.

2. Calcul des variations

Variation d'une fonction et d'une fonctionnelle, problème d'optimisation sans contrainte et avec contraintes égalités, méthode vectorielle et matricielle des multiplicateurs de Lagrange, problèmes avec limites variables, conditions de transversalité, problèmes avec contraintes inégalités.

3. Problème de la commande optimale d'un système

Commande d'un système différentiel avec critère sous forme d'une intégrale. Principe du maximum de Pontrjagin, système linéaire avec critère quadratique, commande en boucle fermée, équation de Riccati, problème de poursuite optimale.

4. Problème du filtrage optimal

Problème général du filtrage, lissage et prédiction, méthode des moindres carrés appliquée aux filtres linéaires continus et discrets, le filtre de Wiener, le filtre de Kalman, exemples d'applications ; navigation, radar, satellites, etc.

ANALYSE NUMERIQUE B

Jean Descloux

Nombre d'heures : 2+1
Sections : Math., Phys.
Fréquentation : Math. : 5ème et 6ème ou 7ème et 8ème semestres (option)
Phys. : 7ème et 8ème semestres (option)
Préalables :

Description du cours :

Le but du cours est la présentation de quelques méthodes fondamentales du calcul numérique moderne (description d'algorithmes, analyse d'erreur). Cet enseignement s'appuie très largement sur le cours d'analyse du 1er cycle et sur le cours d'algèbre linéaire ; d'autres notions (analyse fonctionnelle, équations aux dérivées partielles, etc...) seront introduites selon les besoins pendant le cours. Les exercices comprennent entre autre la réalisation de programmes sur ordinateur.

TABLES DES MATIERESSemestre d'hiver :

- I Théorie de l'approximation : éléments finis, approximations dans les espaces normés (Gauss et Tschébycheff).
- II Méthodes variationnelles : applications aux équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles.

Semestre d'été :

Résolution numérique d'équations et de systèmes d'équations non linéaires.

METHODES MATHÉMATIQUES DE LA PHYSIQUE

cours donné par le Prof. H. MATZINGER aux
physiciens, 7e et 8e semestres.

1ère partie : TENSEURS

Répétition de quelques notions d'algèbre linéaire : espace dual, base duale, applications linéaires, valeurs propres, formes bilinéaires, produit scalaire.

Algèbre tensorielle : Vecteurs contravariants, vecteurs covariants, tenseurs d'ordre 2, tenseurs d'ordre supérieur, opérations avec les tenseurs, tenseurs métriques, produit tensoriel, tenseurs symétriques et antisymétriques, produit extérieur.

Analyse tensorielle : Espaces tangents, repère naturel, champs vectoriels, formes différentielles, gradient, dérivée d'une fonction le long d'un arc, le rotationnel.

Divergence et Laplacien sur les variétés riemanniennes.

Dérivation covariante : Définition, connection de Riemann, dérivation covariante de tenseurs, transport parallèle de tenseurs, torsion, caractérisation de la connection de Riemann, géodésiques.

2ème partie : REPRESENTATIONS DE GROUPES FINIS

Répétition de quelques notions de la théorie des groupes : Groupes, sous-groupes, homomorphismes, isomorphismes, sous-groupes invariants noyau, classes modulo un sous-groupe invariant, produit direct, éléments conjugués, permutations, groupes finis.

Représentations de groupes : Représentation, sous-représentation, somme directe, réductibilité, homomorphismes, isomorphismes, lemme de Schur, représentations unitaires, représentations de groupes commutatifs.

Représentations de groupes finis : Réductibilité complète, formation de la moyenne, le caractère d'une représentation, relations d'orthogonalité, relations d'orthogonalité de caractère.

Représentation régulière d'un groupe fini : Représentation régulière et représentation irréductible. Décomposition d'une représentation en représentations irréductibles.

STATISTIQUE APPLIQUEE A

Sections Math., Phys., 3e et 4e années

P. NUESCH, professeur

Semestre d'hiver :

1. Statistique descriptive
2. Lois de probabilité
3. Estimation
4. Tests d'hypothèses.

Semestre d'été :

1. Régression
2. Analyse de variance.

GRAPHES ET COMBINATORIQUE

D. DE WERRA

Etudiants: option pour math. 5, 6, 7 et 8ème semestre
et pour ing.-physiciens, 7ème et 8ème semestres

Description du cours:

Ce cours est consacré à l'étude de problèmes d'optimisation de nature combinatoire; de nombreux problèmes de gestion sont susceptibles de se formuler en termes de théorie des graphes. Les concepts fondamentaux de ce domaine (graphe, réseau, connexité, cheminement, flot, potentiel, couplage) seront présentés ainsi que leurs applications à divers problèmes de circulation, de plus court chemin, de transport, de chemin critique, etc. L'accent sera porté sur les algorithmes de la théorie des graphes qui permettent de résoudre ces divers problèmes d'optimisation.

EQUATIONS AUX DERIVEES PARTIELLES

Prof. B. Zwahlen

Nombre d'heures : 2+1
Sections : Math., Phys. (option)
Fréquentation : Math.: 5,6 ou 7,8
Phys.: 7,8
Préalables : Analyse I - IV

Description du cours :

- Introduction.
- Equations aux dérivées partielles de premier ordre, linéaires et quasilinéaires.
- Equations aux dérivées partielles de deuxième ordre:
Exemples (équation de Laplace et problème aux limites, équation d'onde, équation de la chaleur) et méthodes élémentaires de solution. Classification. Solutions faibles.
- Equation du type hyperbolique.
- Equation du type parabolique.
- Equation du type elliptique.
- Eventuellement remarques sur les équations non linéaires.

PHONONS : Théorie et Expériences

Cours facultatif aux ing.-physiciens, mathématiciens, ing.-chimistes et ingénieurs en science des matériaux

7ème et 8ème semestres

Le but de ce cours de deux semestres est d'étudier quelques expériences et propriétés physiques importantes des solides dans lesquelles les phonons jouent un rôle fondamental.

Le programme provisoire comporte les sujets suivants :

- 1) Théorie classique de Born-von Karman des vibrations des réseaux cristallins utilisant l'approximation harmonique. Densité d'état. Application à des réseaux cubiques simples.
- 2) Modèles phénoménologiques pour les forces interatomiques :
 - a) "Valence force model" b) "Deformation dipol model"
 - c) "Shell model". Application des modèles b) et c) à des transitions de phase ferroélectriques.
- 3) Les principes des méthodes expérimentales : Diffusion des rayons X et des neutrons, spectroscopie de Raman et de Brillouin et spectroscopie infrarouge.
- 4) Elements de la mécanique quantique des phonons utilisant l'approximation harmonique. Application à certaines propriétés thermodynamiques et à la diffraction des rayonsX (facteur de structure dynamique).
- 5) Anharmonicité
Application à la dilatation thermique.

Dr. P. Brüesch,
privat-docent

COURS FACULTATIF POUR ELECTRICIENS ET PHYSICIENS 5 - 7 e sem.

Paul Bartholdi, chargé de cours :

EXPLORATION SPATIALE , PHENOMENES INSTABLES

(1h / semaine)

But du cours : présenter un domaine peu connu de l'astronomie qui s'est beaucoup développé ces dernières années, tant sur le plan théorique qu'expérimental, et ceci surtout grâce aux observations par satellites.

Table des matières :

1. Les conditions de stabilités
2. La phase de formation des étoiles
3. La formation du système solaire
4. La mort des étoiles (nova et supernova)
5. Les états dégénérés (naines blanches , pulsars)
6. Les noyaux de galaxie

Forme : Le cours portera plus sur une présentation des faits intéressants et de la physique qui s'y rapporte, que sur une discussion astrophysique des problèmes.

Connaissances préalables : Physique de base.

COURS "D'ASTRONOMIE SPATIALE"

Le sujet du cours sera:

Structure et évolution des galaxies

- Formes et structures observées
- Le problème de la formation des galaxies
- Les constituants d'une galaxie
- Evolution chimique des galaxies
- Les noyaux des galaxies
- La structure spirale.

Ce cours s'adresse aux étudiants des 6 et 8 èmes semestres de la section de physique.

M. Mayor

M. MAYOR

LEGISLATION INDUSTRIELLE

Cours facultatif aux physiciens, 7ème et 8ème semestres

M. B. RUSCONI

I. Introduction générale au droit

Généralités sur le droit, panorama du droit, les sources du droit, la règle du droit, l'application du droit.

II. Notions de droit civil et de droit des obligations

- Aperçu du droit des personnes, droit de famille, droit des successions, droit réel, droit des obligations.
- La responsabilité civile
- Etude détaillée de quelques contrats, vente, bail, travail, entreprise, mandat, cautionnement, d'assurance.
- Aperçu de droit des sociétés.

III. Les accidents de travail

IV. La propriété industrielle

- Les brevets d'invention.
- Les dessins et modèles industriels.
- Les marques de fabrique et de commerce.

13.6.74/nr