

Fiche d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité (S5 et S6)

**Proposition de la liste et programmes des modules constituant le cursus
de la licence LMD de Physique (Sans Options)**

5- Semestre 5: total V.H hebdomadaire = 25.6 heures/semaine

Unité d'Enseignement	VHS	C	V.H hebdomadaire			Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 sem		TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1									
Mécanique Quantique 2		3	1.5			6		33%	67%
Relativité Restreinte		1.5	1.5			5		33%	67%
UEF2									
Physique Statistique		3	1.5			6		33%	67%
Mathématiques Pour la Physique		3	1.5			6		33%	67%
UEM									
Calcul formel, Simulation et Analyse des données		1.5		1.5		2		50%	50%
Théorie des Groupes		1.5	1.5			2		50%	50%
Physique du Solide								50%	50%
Ondes électromagnétiques								50%	50%
UED									
Initiation à l'astrophysique		1.5	1.5			2			100%
Plasmas									100%
Spectroscopie									100%
Procédés Didactiques									100%
UET1 Langue/Français		1.5				1			
Total Semestre 5									

Remarque : Il faut choisir 2 matières parmi les UEM et une matière parmi les UED.

6- Semestre 6: total V.H hebdomadaire = 25.6 heures/semaine

Unité d'Enseignement	VHS	C	V.H hebdomadaire			Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 sem		TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1									
Mécanique Quantique Relativiste (MQR)		3	1.5				6	33%	67%
Physique Nucléaire		1.5	1.5				4	33%	67%
UEF2									
Théorie des Champs		3	1.5				6	33%	67%
Physique Atomique		1.5	1.5				4	33%	67%
UEM									
Géométrie Différentielle		3	1.5				3	50%	50%
TP Physique nucléaire				1.5			2	50%	50%
TP Physique Atomique				1.5			2	50%	50%
UED									
Initiation à la physique des particules		1.5					2		100%
Lasers									100%
Biophysique									
Nanotechnologies									
UET1 Langue/Français		1.5					1	33%	67%
Total Semestre 5								33%	67%

Remarque : Il faut choisir une matière parmi les UED.

Semestre 5

UF : Mécanique quantique 2

(Cours: 3h, TD: 1h30)

Chapitre I : Le moment cinétique en mécanique quantique

- Le moment cinétique orbital
- Les harmoniques sphériques
- Théorie générale des moments cinétiques
- Spin et Isospin

Chapitre II : Addition de deux moments cinétiques

- Moment cinétique total et nouvelle base
- Coefficients CG et symboles de Wigner

Chapitre III : Mouvement dans un champ central

- Constantes de mouvement et Equation radiale de Schrödinger.
- La particule libre, L'oscillateur harmonique isotrope, Le potentiel de Coulomb.

Chapitre IV : Méthodes d'approximation I : Problèmes indépendants du temps

- Approche variationnelle
- Méthode de perturbation de Rayleigh-Schrödinger
- Perturbation à un niveau dégénéré
- Corrections relativistes à l'atome d'hydrogène

Chapitre V : Méthodes d'approximation II : Problèmes dépendants du temps

- Operateur d'évolution et Représentation d'interaction
- Série de Dyson
- Probabilité de transition
- Règle d'or de Fermi
- La perturbation sinusoïdale et Incertitude : temps-énergie

Chapitre VI : Diffusion élastique par un potentiel centrale

- L'expérience et la section efficace
- Etats de diffusion et amplitude de diffusion
- Méthode des ondes partielles : le déphasage
- Le théorème optique
- Matrice de diffusion et approximation de Born

UF : Relativité Restreinte

(Cours: 1.5h, TD: 1h30)

1- Introduction historique

- Transformation de Galilée – hypothèse de l'éther – expérience de Michelson et Morley
- Principe de relativité d'Einstein

[Texte]

2- Conséquences : relativité du temps et de l'espace

- Postulat d'Einstein sur la vitesse de la lumière dans le vide
- Transformation spéciale de Lorentz
- Relativité du temps (simultanéité; temps propre et impropre; dilatation des durées)
- Relativité des longueurs (contraction; longueur propre et impropre)
- Applications: durée de vie apparente des muons; paradoxe des jumeaux; paradoxe de la barre et de l'ouverture; effet Doppler – Fizeau; aberration des étoiles; GPS

3- Espace-temps

- Structure métrique et espace de Minkowski; quadrivecteurs
- Relativité et causalité: cône de lumière; passé, futur, ailleurs

4- Dynamique relativiste

- Quadrivecteur énergie. Quantité de mouvement : énergie d'une particule au repos ; relation énergie – quantité de mouvement ; application aux particules de masse nulle.
- Equivalence masse-énergie. Force.
- Transformation du champ électrique E et du champ magnétique B .
- Transformation du potentiel scalaire V et du potentiel vecteur A .
- Invariance des équations de Maxwell
- Lagrangien et Hamiltonien d'une particule chargée relativiste dans un champ électromagnétique, Corrections relativistes du lagrangien: Lagrangien de Darwin. Le Lagrangien du champ électromagnétique.

5- Rayonnement de charges en mouvement

- Fonctions de Green pour les équations de propagation de Maxwell
- Potentiels retardés
- Rayonnement de charges en mouvement: Potentiels de Liénart-Wiechert, champs rayonnés: rayonnement du dipôle.
- Notions élémentaires sur: rayonnement Synchrotron, rayonnement Cerenkov.

Références:

- Hladik: Introduction à la relativité Restreinte, 2006, Dunod (Paris).
- Landau: Théorie des champs, Editions Mir (Moscou)
- Jackson : Electrodynamique Classique, 2001, Dunod (Paris)
- Di Bartolo: Classical Theory of Electromagnetism, 2nd Edition, 2004, World Scientific (Singapore)
- Greiner: Classical Electrodynamics, Springer (Berlin)

UF : Physique Statistique

(3h cours, 1h30 T.D.)

I- Description d'un système à l'équilibre:

Etats microscopiques et macroscopiques. Moyennes temporelles et d'ensemble: théorème ergodique. Principe du maximum d'entropie.

II- Ensemble micro-canonique:

[Texte]

Equiprobabilité des états microscopiques d'un système isolé. L'entropie statistique. Paradoxe de Gibbs. Limite thermodynamique. Lien avec le deuxième principe de la thermodynamique.

III- Ensemble canonique:

Facteur de Boltzmann. Fonction de partition et énergie libre. Énergie moyenne et fluctuations. Théorème d'équipartition. Applications à des systèmes de particules sans interactions.

IV- Ensemble grand canonique:

Grand potentiel thermodynamique. Statistique de Bose-Einstein. Statistique de Fermi-Dirac. Gaz parfait de Bose. Le rayonnement du corps noir. Gaz parfait de Fermi à température nulle. Modèle de Debye-Einstein pour les phonons. Paramagnétisme.

Références:

-M. Le Bellac et al: Thermodynamique statistique, Dunod (2001).

-W. Greiner et al: Thermodynamique et mécanique statistique, Springer

UF 4 : Mathématiques Pour la Physique

(3h cours, 3h T.D.)

Chapitre 1: Notions de Topologie

- **Espaces Topologiques (définitions et exemples):** définitions des ouverts, fermés, voisinage, base de voisinage. Espaces topologiques séparés et séparables.

- **Espaces métriques:** Définition de la distance, boules ouvertes et fermées et voisinages. Convergence dans les espaces métriques. Espaces métriques complets. Applications continues.

- **Espaces vectoriels normés:** définitions de la norme, boules ouvertes et fermées et voisinage. Espaces vectoriels normés complets (espaces de Banach): applications linéaires continues sur les espaces vectoriels normés (Définitions et quelques caractérisations).

- **Espaces de Hilbert:** Définitions du produit scalaire, Pythagore, Parseval. Bases Hilbertiennes, Polynômes orthogonaux. L'espace l^2 et L^2 .

- **Opérateurs bornés dans les espaces de Hilbert:** Opérateurs bornés fermés; adjoints d'un opérateur. Opérateurs hermitiens; opérateurs auto adjoints. Représentation matricielle (valeurs propres et vecteurs propres)

Chapitre 2: Les Distributions

- Définitions des fonctions test et des distributions. Exemple: Delta de Dirac.

- Convergence sur l'espace test.

- Continuité des distributions.

- Distributions régulières et singulières.

- Opérations sur les distributions.

- Dérivée d'une distribution (Dirac et Heaviside).

- Multiplication de distributions (Contre exemples)

Chapitre 3- Equations différentielles du second ordre à coefficients variables

- Notions élémentaires sur les équations aux dérivées partielles. Séparation des variables. Conditions initiales. Conditions aux limites (Cauchy, Dirichlet, Neumann). Points singuliers.
- Principales méthodes de résolution des équations différentielles du second ordre à coefficients variables : développement en série (méthode de Frobenius), transformation de Laplace.
- Problème de Sturm-Liouville.

Chapitre 4- Introduction aux Fonctions Spéciales et Polynômes Orthogonaux

- Fonction Gamma. Fonction Erreur.
- Propriétés essentielles des polynômes de: Legendre, harmoniques sphériques, Hermite et Laguerre.
- Fonctions de Bessel.

Chapitre 5-**Applications en physique** (peuvent être traitées en TD): Applications aux principales équations du second ordre rencontrées en physique classique et quantique:

- Equation d'une corde vibrante. Mouvement d'une membrane (circulaire, Carré). Equation de propagation des ondes, équation de diffusion, équation de Laplace et d'Helmholtz à deux et trois dimensions. Equation de Schrödinger (oscillateur harmonique, atome d'hydrogène).

Références :

- Belorizky: Outils Mathématiques à l'usage des scientifiques et ingénieurs, 2007, EDP Sciences (Paris).
- Aslangul: Des mathématiques pour les sciences, 2011, De Boeck (Bruxelles)
- Arfken et al: Mathematical Methods for Physicists, 6th Edition, Academic Press, (Amsterdam).
- Bell: Special Functions for Scientists and Engineers, 2004, Dover
- Szekeres: A Course in Modern Mathematical Physics, 2004, Cambridge University Press (UK)
- Appel: Mathématiques pour la physique et les physiciens!, 4ème Edition, 2008, H&K Édition (Paris)
- Aslangul: Des mathématiques pour les sciences, 2011, De Boeck (Bruxelles)
- Roddier: Distributions et Transformées de Fourier, 1988, McGraw-Hill (Paris).
- Basdevant: Les mathématiques de la physique quantique, 2009, Vuibert (Paris).

UM1: Calcul formel, simulation et analyse des données

Objectifs de l'enseignement : Le but recherché est l'utilisation de l'outil informatique pour résoudre ou simuler des problèmes de Physique: Chaque thématique abordée en cours sera mis en œuvre sur machine (prévoir Travaux pratiques sur machine).

[Texte]

1- Calcul formel et Simulation

- Introduction aux logiciels de calcul symbolique : Maple et/ou Mathematica.
- Introduction aux logiciels de simulation : Matlab et/ou Octave.
- Systèmes dynamiques et chaos
- Equations non linéaires
- Résolution numérique des équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles.
- Optimisation. Méthodes de Monte Carlo
- Applications aux problèmes physiques.

2- Analyse Statistique ds données

1. Chapitre: Expériences, données et statistiques.

- 1.1. Expériences et présentation de données.
- 1.2. Erreurs expérimentales.

2. Chapitre: Distributions de probabilité.

- 2.1. Variables aléatoires.
- 2.2. Distributions (Normale, Exponentielle, Cauchy, bi-normale, Poisson, log-normale)

3. Chapitre: Echantillonnage et estimation.

- 3.1 Estimateurs et échantillon aléatoire.
- 3.2 Estimation de la moyenne, variance et la covariance.
- 3.3 Loi des grands nombre et le théorème de la limite centrale.
- 3.4 Propagation d'erreurs.

4. Chapitre: Echantillonnage associé à la distribution normale.

- 4.1 Distribution Chi carrée.
- 4.2 Distribution de Student.
- 4.3 Distribution F.

5. Chapitre: Estimation de paramètres.

- 5.1 Vraisemblance maximale et variance minimale.
- 5.2 Méthode des moindres carrés.
- 5.3 Chi carrée minimale.

6. Chapitre: Test d'hypothèses.

[Texte]

6.1 Hypothèses statistiques.

6.2 Test du meilleur fit.

6.3 Test d'indépendance.

6.4 Tests paramétriques.

6.5 Tests non paramétriques

Mode d'évaluation : examen

Références :

- Numerical Recipe, Cambridge University Press
- Jun S. Liu, Monte Carlo Strategies in Scientific Computing, Springer
- Christian Robert, George Casella, Monte Carlo Statistical Methods, Springer

UM2 : Physique du Solide

1- Introduction: la matière, l'état solide.

2- Notion fondamentale de cristallographie et liaison cristalline (5 semaines)

-Notion de motifs, réseaux, mailles, plans réticulaires. Notion de symétries. Réseaux de BRAVAIS. Réseaux réciproques. Structures cristallines. Diffraction des rayons X et méthodes expérimentales. Rappel sur la liaison chimique. Divers types de liaison dans les cristaux.

3- Propriétés thermiques

-Capacité calorifique. Dilatation thermique. Conduction thermique.
-Chaleur spécifique: Loi de Dulong et Petit. Théorie d'Einstein. Théorie de Debye.
-Modes de vibration: une dimension: chaîne infinie, chaîne finie. Trois dimensions: première zone de Brillouin, modes normaux de vibration.

4- Propriétés électriques

4.1 -Modèle de l'électron libre

-Introduction
-Loi d'Ohm et temps de relaxation des électrons.
-Temps de relaxation, temps de collision et libre parcours moyen.
-Niveaux d'énergie, fonction de distribution de Fermi-Dirac et densité électrique à la lumière de la statistique de Fermi-Dirac.
-Diffusion des électrons et résistivité des métaux.

[Texte]

-Mesure de la concentration et de la mobilité des électrons dans les métaux: effet Hall.

-Chaleur spécifique due aux électrons.

-Conductivité thermique due aux électrons.

-Emission électronique.

- Quelques Phénomènes électriques intervenant au contact entre métaux: Différence de potentiel de contact. Thermoélectricité: effet Seebeck. Effet Peltier.

4.2 - **Modèle du potentiel périodique**

-Potentiel cristallin.

-Point de vue qualitatif sur l'origine des bandes d'énergie.

-Relation énergie-vecteur d'onde, notion de masse effective.

-Conductivité due aux électrons d'une bande pleine, isolants et métaux.

-Conductivité d'un semi-conducteur: Notion de trou. Conduction des électrons et des trous.

-Effet Hall dans un semi-conducteur.

4.3 - **Applications:**

-Emission thermoélectronique et photo-électronique.

-Photoconductivité.

UM 3 : Ondes Electromagnétiques

[pas de propositions]

UM 4 ; Théorie des groupes

Objectifs de l'enseignement : Les symétries externes et internes jouent un rôle important en physique, cette matière permet aux étudiants d'acquérir les éléments abstraits des notions de groupes et représentations sous-tendant ces symétries.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, Relativité restreinte, Algèbre linéaire

Contenu de la matière:

1) Groupes de Lie et Algèbres de Lie

- Notions de Groupes.
- Notions de Groupes de Lie et propriétés.
- Notions d'algèbre de Lie et propriétés
- L'application Exponentielle.

2) Représentations linéaires des groupes

- Représentations linéaires. Représentations irréductibles

[Texte]

- Les groupes $SO(2)$, $SO(3)$, $SU(2)$, $SU(3)$, et leurs représentations
- Le groupe de Poincaré, le groupe de Lorentz et leurs représentations

Mode d'évaluation : examen

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

- H. Georgi: Lie algebras in particle physics, 1999, WestView Press, Oxford.
- Kosmann-Schwarzbach: Groupes et Symétries, 2006, Les Editions de l'Ecole Polytechnique, Paris.

UD1: Initiation à l'astrophysique

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de ce cours d'introduire sans mathématiques l'étudiant dans l'univers extraordinaire de l'astrophysique, en le faisant voyager depuis les théories de l'antiquité jusqu'aux théories modernes décrivant l'univers.

Contenu de la matière:

I. Historique.

- L'Antiquité : Les scientifiques de l'égypte ancienne, de la grèce antique jusqu'à Copernic en passant par Les ibn Shakir .
- De Galilée à Le verrier : Contributions de Galilée, Kepler, Newton et Le verrier.
- La nouvelle mécanique et la cosmologie moderne : La relativité générale d'Einstein (1916). Découverte de la récession des galaxies par Hubble (1929). La théorie du Big Bang par Gamow (1948). Découverte du fond cosmique fossile par Penzias et Wilson (1964). Découverte du premier système extra solaire (1995).

II. Le système Terre-Lune.

- Caractéristiques de la Terre.
- Caractéristiques de la Lune.
- Les phases et les éclipses.

III. Le Système Solaire.

- Description du système solaire : Planètes : Tailles, compositions, orbites , satellites,...
- Planètes telluriques ou gazeuses.
- Création du système solaire.
- Les autres systèmes stellaires.

IV. De notre galaxie à l'Univers

- La Voie Lactée.
- Les galaxies, Hubble et le décalage vers le rouge "the Red-Shift".
- Les dimensions de l'Univers.

UD2 : Introduction à la Physique des Plasmas

1 Introduction

2 Collisions dans les gaz et les plasmas

2.1 Section efficace et taux de collision

[Texte]

2.2 Fréquence de collisions et libre parcours moyen

2.3 Fonction de distribution des vitesses

2.4 Diffusion

2.4.1 Approche macroscopique

2.4.2 Approche microscopique

3 Rappels d'Electrodynamique

3.1 Les équations de Maxwell

4 Rappels de Mécanique des Fluides

4.1 Rappel sur les équations de bilan

4.2 Bilan de masse et de charge

4.3 Bilan de quantité de mouvement

4.4 Fermeture des équations de bilans

5 Modélisation fluide des plasmas

5.1 Equations du modèle fluide

5.2 Plasmas collisionnels : mobilité et diffusion

5.2.1 Plasmas collisionnels non-magnétisés

5.2.2 Plasmas collisionnels magnétisés

5.3 Plasmas non collisionnels : inertie et équilibre

5.3.1 Equilibre thermodynamique

5.3.2 Mouvement inertiel

5.4 Remarques

6 Applications de la modélisation fluide des plasmas

6.1 Ecrantage

6.1.1 Ecrantage électrostatique

6.1.2 Ecrantage magnétique

6.2 Equilibres magnétohydrodynamiques

6.2.1 Bilan global de masse et de charge

6.2.2 Bilan global de quantité de mouvement

6.2.3 Equilibres MHD

7 Ondes dans les plasmas

7.1 Ondes acoustiques ioniques

7.2 Oscillations du plasma

7.3 Ondes d'Alfven

8 Dérives électromagnétiques

8.1 Mouvement cyclotronique

8.2 Quelques exemples de la théorie des d' dérives

8.2.1 Dérive électrique temporelle : dérive de champs croisés.

8.2.2 Dérive magnétique spatiale : dérive de gradient

Référence:

Jean-Luc Raimbault

Laboratoire de Physique des Plasmas ; Université Paris-Sud 11

UD3 : spectroscopie
[Pas de propositions]
UD4 : Procédés Didactiques
[Pas de propositions]

[Texte]

Deuxième Semestre

UF 1: Mécanique Quantique Relativiste

(3h cours, 1.5h T.D.)

Objectifs de l'enseignement : Étendre les concepts et méthodes de la mécanique quantique aux systèmes relativistes bosonique et fermionique et introduire la notion du champ.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, relativité restreinte, électromagnétisme

Contenu de la matière:

1- Équations d'onde relativistes spin 0 et 1/2

Équation de Klein Gordon (KG), défauts de l'équation de KG, cas de l'interaction. Équation de Dirac, solution du problème de la densité négative, défauts de l'équation, cas de l'interaction. Loi de transformation relativiste des spineurs de DIRAC. Loi de transformation des bilinéaires. Transformations C P T.

2- Paradoxe de Klein et théorie du positron

La solution du problème du potentiel saut, paradoxe de Klein, hypothèse de la mer de Dirac, phénomène de création et annihilation de la paire électron -positron

3- Formalisme lagrangien en théorie des champs

Rappel formalisme lagrangien en mécanique classique. Principe de Hamilton. Théorème de Noether. Invariants cinématiques (tenseur impulsion énergie, tenseur moment cinétique). Invariants dynamiques (vecteur courant).

3.1- Champ scalaire

Équation du champ de Klein Gordon. Lagrangien. Courant de Klein Gordon. Invariances.

3.2- Champ électromagnétique

Tenseur électromagnétique. Équations de Maxwell. Invariance de jauge et condition de Lorentz. Lagrangien. Tenseur impulsion énergie. Paquets d'ondes planes.

3.3-Champ de DIRAC

Équation de Dirac libre. Propriétés des matrices. Représentation standard. Lagrangien. Courant de Dirac et interprétation probabiliste. Equation de Dirac avec champ extérieur.

4- Fonctions de GREEN

Fonctions de Green retardées, avancées, causale pour l'équation de KLEIN-GORDON
-Cas de l'équation de Maxwell.
-Cas de l'équation de Dirac.

Mode d'évaluation : Continu et examen

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

[Texte]

- W. Greiner: Relativistic Quantum Mechanics, 1999, Springer, Berlin.
- Bjorken and Drell: Relativistic quantum mechanics, McGraw-Hill, London.
- Itzykson and Zuber: Quantum field theory, Dover Publications, New York.

UF2 : PHYSIQUE NUCLEAIRE

(1.5h cours, 1.5h T.D.)

I- Introduction

Le noyau atomique: aspects généraux (nucléons, quarks, leptons). Unités utilisées en Physique Nucléaire.

II- Propriétés générales des collisions

Diffusion coulombienne. Diffusion élastique. Diffusion inélastique. Sections efficaces. Ondes partielles.

III- Propriétés générales du noyau atomique

Energie de liaison; modèle de la goutte liquide. Modèle des couches (potentiel sphérique). Moments multipolaires: dipolaires, quadripolaires. Introduction aux transitions électromagnétiques.

IV- Radioactivité

Lois générales des décroissances radioactives. Aspects énergétiques des radioactivités, et c. Utilisation des radioisotopes.

V- Réactions nucléaires

Cinématique des réactions nucléaires: Processus impliquant la formation du noyau composé. Notions sur les mécanismes de réactions nucléaires: noyau composé. Interactions directes. Fission nucléaire. Fusion thermonucléaire.

VI- Energie nucléaire

Production d'énergie par fission nucléaire. Production d'énergie par fusion nucléaire. Notions de nucléosynthèse.

VII- Détection des particules et notion de radioprotection

Effets biologiques des rayonnements. Dosimétrie.

UF 3 : Théorie des Champs

(3h cours, 1.5h TD)

Objectifs de l'enseignement : Quantifier la notion du champ et introduire l'interaction entre champs via la matrice de diffusion.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, mécanique quantique relativiste, électromagnétisme, relativité restreinte

[Texte]

Contenu de la matière:

1- Introduction :

Procédure de quantification canonique.
Représentation de SCHRODINGER et d'HEISENBERG.
Mouvement à une dimension d'une particule.
Système à un nombre infini de degrés de liberté.

2- Quantification canonique en représentation d'HEISENBERG.

Principe de SCHWINGER. Règles de quantification. Lois de conservation.
Représentation nombre de particules. Espace de FOCK.

3- Champ de KLEIN-GORDON libre.

Quantification de champ de KLEIN-GORDON neutre.
Produit normal.
Mesurabilité du champ et causalité microscopique.
Champ de KLEIN-GORDON chargé.
Conjugaison de charges.
Théorème C. P.T.
Propriétés de FEYNMAN et produit chronologique.

4- Champ électromagnétique libre.

Raisons d'une quantification différente.
Quantification de GUPTA - BLEULER.
Propagateur de FEYNMAN.

5- Champ de DIRAC libre

Quantification. Produit normal. Covariance relativiste. Relation spin-statistique.

Propagateur de FEYNMAN et produit chronologique.

6- Champ en interaction.

Lagrangien d'interaction. Hamiltonien d'interaction. Représentation d'interaction.

7- Matrice S.

Opérateur d'évolution. Matrice S. Propriétés. Amplitude de transition. Sections efficaces.

Mode d'évaluation : Continu et examen

Références:

- Itzykson et Zuber: Quantum field theory, Dover Pub., NY
- Schweber: An introduction to relativistic quantum field theory, Dover Pub., NY

UF 4 : PHYSIQUE ATOMIQUE

(1.5h cours, 1.5h TD)

Chapitre I : Le modèle planétaire de l'atome : Spectre des hydrogéoïdes

- Expérience et modèle de Rutherford
- Les postulats de Bohr et le spectre de Rydberg
- Mouvement d'entraînement du noyau
- Le modèle de Sommerfeld-Wilson

[Texte]

- Termes spectraux et principe de Ritz
- Elargissement des raies spectrales
- La durée de vie d'un niveau excité et principe d'incertitude.

Chapitre II : Les systèmes hydrogénéoïdes au-delà du modèle planétaire

- Le moment cinétique orbital
- Equation de Schrödinger et ses solutions
- Interprétation de la fonction d'onde
- Le Spin de l'électron

Chapitre III : Atomes à plusieurs électrons

- Modèle des électrons libres et structure en couches
- Approximation du champ central, effet d'écran et coefficients de Slater.

Chapitre IV : Structure fine des atomes

- L'interaction spin-orbite, Couplage LS et couplage J-J
- Règle de Hund
- Notation spectroscopique et recensement des niveaux énergétiques.
- L'atome de l'Hélium.

Chapitre V : Les Alcalins

- Niveaux énergétiques des alcalins
- Spectres des alcalins
- Interprétation des doublets et des triplets dans le spectre des alcalins

Chapitre VI : Structure hyperfine des atomes

- L'effet Zeeman
- L'effet Paschen-Back

Chapitre VII : Les rayons X

- Production et propriétés
- Loi de Moseley
- Effet Auger

Chapitre VIII : Emission spontanée et émission induite

- L'émission spontanée et l'émission induite
- Les coefficients d'Einstein

L'effet L.A.S.E.R

UM1: TP de Physique Nucléaire **(1.5h de TP)**

- 1-Demi-vie et équilibre radioactif.
- 2-Expérience de Rutherford
- 3-structure fine du spectre alpha de l'américium

[Texte]

4-Effet Compton
..... ...(à compléter)

UM2 : TP de Physique Atomique **(1.5h de TP)**

- 1- Expérience de Millikan et charge spécifique de l'électron
- 2-Détermination de la constante de Planck
- 3-Résonance du spin électronique.
- 4-Effet Zeeman.
- 5-Expérience de Franck et Hertz.
- 6-Spectre atomique de systèmes à deux électrons : He et Hg.
- 7- Effet photoélectrique.

UM 3: Géométrie Différentielle **(3h de cours et 1.5 de TD)**

Objectifs de l'enseignement : Introduction aux notions de géométrie différentielle qui jouent un rôle très important en relativité générale et les théories de jauge.

Connaissances préalables recommandées : Calcul vectoriel, Analyse

Contenu de la matière :

1) Géométrie différentielle euclidienne

- Première forme quadratique
- Deuxième forme quadratique
- Relations entre la première et la deuxième formes quadratiques
- Géodésiques
- L'exemple des surfaces bidimensionnelles de courbure constante
- Translation des vecteurs et théorème de Levi-Civita

2) Géométrie différentielle riemannienne

- Tenseurs
- Variétés différentiables
- Espace riemannien
- Courbure
- Espaces riemanniens de courbure constante
- Différentiation et intégration sur les variétés : introduction

Mode d'évaluation : Continu et examen

Références:

- Chilov: Analyse mathématique, éditions Mir, Moscou.

UD1 : Initiation à la Physique des Particules

[Texte]

(1.5h de cours)

Objectifs de l'enseignement : Apprendre les propriétés des particules élémentaires, leurs modes d'interaction et de désintégration.

Connaissances préalables recommandées : Mécanique quantique, relativité restreinte

Contenu de la matière:

I- Généralités

Les différents types de particules, nombres quantiques caractéristiques.

Théorème CPT.

Les différents types d'interactions et leurs lois de conservations.

II- Symétries des particules

Parité et Parité d'un système particule-antiparticule (cas de bosons et de fermions).

Notion de modèle des quarks.

Symétrie de saveur et notions de spectroscopie hadronique

Symétrie de couleur, gluons

[UD2 : Biophysique](#)

[Pas de propositions]

[UD3 : Lasers](#)

[Pas de propositions]

[UD4 : Nanotechnologies](#)

[Pas de propositions]