

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche*  
*Scientifique*

*Université de Guelma*

*Faculté des Sciences et de l'ingénierie*

***Projet de Réforme de l'Enseignement Supérieur***  
***Licence – Master - Doctorat***

*Programme commun Mention : Sciences de la Matière*  
*SM (L1 et L2)*  
*Licence de Physique (L3)*

**Janvier 2006**

## Introduction

Dans le cadre de la nouvelle offre de formation LMD et de l'actualisation des programmes, le département de physique propose des formations pour la **LICENCE** correspondant à ses spécialités.

Après consultation de l'ensemble des enseignants du département de physique, la cellule LMD **sciences de la matière** de l'université de Guelma propose les enseignements suivants sur la base des travaux effectués et proposés par le groupe national SM et ST.

Le calcul du volume horaire est effectué sur la base de **13 semaines** totales d'enseignement semestriel hors période d'évaluation, les séances de **cours, de TD sont de 1h30, les séances de TP varient de 2 à 3 heures.**

**Les enseignements des Semestres 1 et 2 pourraient être communs aux disciplines SM et ST**

## Objectif de la formation, domaines d'activités visés

La formation débute par un tronc commun de deux années en Sciences de la Matière. Cette formation permettra l'acquisition d'une formation de base en sciences fondamentales. Elle prépare l'étudiant à l'entrée en licence en Sciences Physiques ou Chimiques mais permet également le passage vers des filières telles que les Sciences et techniques de l'ingénieur, la biochimie ou la biologie.

Cette maquette présente le tronc commun des deux premières années ainsi que la troisième année en spécialité physique.

## Organisation de la formation

### *Organisation du premier niveau*

La première année du tronc commun Sciences de la Matière (SM) est organisée en deux semestres. Chaque semestre est divisé en trois Unités d'Enseignement (UE), elles - mêmes divisées en éléments.

### *Utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication*

Les outils informatiques sont utilisés en méthodologie, recherche documentaire et travaux pratiques en Chimie et Physique.

### *Pratique des langues vivantes*

Le perfectionnement du français et l'acquisition de l'anglais dans sa pratique scientifique et technique sont obligatoires.

**Description générale de la formation :** La structure **d'une licence générale est bâtie sur 3 années : L1,L2,L3**

	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3 Physique</b>	
<b>Unités d'Enseignement (UE)</b>	<b>2UEF (33 ects)</b> <b>2UEM (09 ects)</b> <b>2UCG (08 ects)</b> <b>2UED (10 ects)</b>	<b>3 UEF ( 41 ects)</b> <b>2 UEM ( 07 ects)</b> <b>2 UCG ( 08 ects)</b> <b>1 UED ( 04 ects)</b>	<b>3 UEF ( 44 ects)</b> <b>1 UEM ( 10 ects)</b> <b>1 UCG ( 06 ects)</b>	
<b>volume horaire présentiel</b>	<b>625,5 H</b>	<b>713,5 H</b>	<b>662,5 H</b>	

Suivant les principes " LMD ", les enseignements se répartissent en trois catégories d'unités d'enseignement :

**Les unités fondamentales UEF :** désignent des enseignements obligatoires dans une licence donnée. Elles correspondent aux connaissances de base nécessaires à l'obtention de cette licence .qui sur les tableaux de parcours fournis par ailleurs dans les rubriques licences ou masters.

**Les unités de méthodologie UEM :** désignent des enseignements de renforcement expérimental de la discipline principale ou encore d'acquisition de compétences dans une discipline complémentaire.

**Les unités de découverte UED :** proposées selon un échelonnement précis , ce sont elles qui permettent à l'étudiant de construire son parcours, prévoir un choix de ré-orientation ou acquérir une compétence bi-disciplinaire.

**Les unités de culture générale UECG :** permettent l'acquisition de compétences complémentaires utiles à tout projet professionnel : langues, communication, valorisation, économie...

**Type de Licence : Académique**

**Etablissement : Université de Guelma**

**Intitulé du diplôme : Licence de Physique**

**Equipe pédagogique du département de physique  
assurant la formation :**

Tous les enseignants dont les noms suivent font partie du département de physique de l'Université de Guelma.

<b>EQUIPE PEDAGOGIQUE ASSURANT LA FORMATION</b>				
Nom	Prénom	Grade	Ets. De rattachement	Forme taux de Participation
BOUFELFEL	Ahmed	professeur	Uni.DE GUELMA	100%
MEDDOUR	Athmane	professeur	Uni.DE GUELMA	100%
SATHA	Hamid	professeur	Uni.DE GUELMA	100%
BRAGHTA	Ammar	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
BOUKHAROUBA	Nourredine	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
LAHIOUEL	Rachid	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
BOUMAAZA	Med Saghir	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
SAHOUR	M <sup>ed</sup> Cherif	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
DJEROUD	Sacia	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
DOKHANE	Nahed	M.de conférence	Uni.DE GUELMA	100%
DOUAKHA	Noureddine	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
MOKHTARI	Lyamine	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
MOUMNI	Hayat	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
MAIZI	Rafik	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
YAHY	Hakima	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
ELLAGOUNE	Bariza	M.A.C.C	Uni.DE GUELMA	100%
DAOUDI	Mourad Ibrahim	M.A	Uni.DE GUELMA	100%
DOGHMANE	Malika	M.A	Uni.DE GUELMA	100%
HAMEL	Abdelouaheb	M.A	Uni.DE GUELMA	100%
CHETTIBI	Sabah	M.A	Uni.DE GUELMA	100%
HANACHE	Badr Eddine	M.A	Uni.DE GUELMA	100%
DEHICI	Abdelkader	M.A	Uni.DE GUELMA	100%

<b>Semestre 1</b>		<b>Intitulé</b>	<b>VHG</b>	<b>ECTS</b>
<b>UEF 1</b> <b>Fondamentale</b>	<b>Maths.1</b>	Analyse et Algèbre 1 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>6</b>
	<b>Phys.1</b>	Mécanique du point 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>6</b>
	<b>Chim.1</b>	Structure de la matière 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>6</b>
<b>UEM 1</b> <b>Méthodologie</b>	<b>TP Physique</b>	5 manipulations (initiation) 3 H / 15 jours	<b>15</b>	<b>2</b>
	<b>TP Chimie</b>	5 manipulations (initiation) 3 H / 15 jours	<b>15</b>	<b>2</b>
<b>UCG 1</b> <b>Culture générale</b>	<b>Informatique1</b>	(programme voir Informatique) 1 cours	<b>19,5</b>	<b>2</b>
	<b>Langue</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>1</b>
<b>UED 1</b> <b>Découverte</b> 1 module en option	<b>Physique</b>	La physique et ses applications 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Informatique</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Environnement</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Biologie</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Sciences de la Terre</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Sciences de l'univers</b>	2 cours, 1TD		
		<b>Total</b>	<b>303</b>	<b>30</b>

<b>Semestre 2</b>		<b>Intitulé</b>	<b>VHG</b>	<b>ECTS</b>
-------------------	--	-----------------	------------	-------------

<b>UEF 2 Fondamentale</b>	<b>Maths.2</b>	Analyse et Algèbre 2 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.2</b>	Electricité et magnétisme 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Chim.2</b>	Thermodynamique et cinétique chimique. 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
<b>UEM 2 Méthodologie</b>	<b>TP Physique</b>	5 manipulations. 3 H / 15 jours	<b>15</b>	<b>2,5</b>
	<b>TP Chimie</b>	5 manipulations. 3 H / 15 jours	<b>15</b>	<b>2,5</b>
<b>UECG 2 Culture générale</b>	<b>Informatique 2</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>2</b>
	<b>Langue</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>1</b>
	<b>Histoire des Sciences</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>2</b>
<b>UED 2 Découverte 2 1 module en option</b>	<b>Physique</b>	La physique et ses applications 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Informatique</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Environnement</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Biologie</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Sc. de la Terre</b>	2 cours, 1TD		
	<b>Sc. de l'univers</b>	2 cours, 1TD		
		<b>Total</b>	<b>322,5</b>	<b>30</b>

<b>Semestre 3</b>		<b>Intitulé</b>	<b>VHG</b>	<b>ECTS</b>
<b>UEF 3 Fondamentale</b>	<b>Maths.3</b>	Séries, équations différentielles 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.3</b>	Vibrations – Ondes et Optique 3 cours, 1TD	<b>78</b>	<b>6</b>
	<b>Chim.3</b>	Chimie minérale et organique 2 cours, 1TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
<b>UEM 3 Méthodologie</b>	<b>TP Physique</b>	8 manipulations (2h / séance)	<b>16</b>	<b>2,5</b>
	<b>TP Chimie</b>	5 manipulations (3h / séance)	<b>15</b>	<b>2,5</b>
<b>UECG 3 Culture générale</b>	<b>Informatique 3</b>	1 cours, 1 TD	<b>39</b>	<b>2</b>
	<b>Langue</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>1</b>
	<b>Environnement</b>	1 cours	<b>19,5</b>	<b>2</b>
<b>UED 3 Découverte</b>		Initiation aux méthodes physico chimiques d'analyse.1 cours,1TD.	<b>19,5</b>	<b>4</b>
		<b>Total</b>	<b>323,5</b>	<b>30</b>

<b>Semestre 4</b>		<b>Intitulé</b>	<b>VHG</b>	<b>ECTS</b>
<b>UEF 4 Fondamentale</b>	<b>Maths.4</b>	Fonction de la variable complexe 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.4</b>	Mécanique quantique 2 cours, 1 TP	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Chim.4</b>	Chimie Inorganique 2 cours, 1TP	<b>58,5</b>	<b>5</b>

<b>UEM 4 Méthodologie</b>	<b>Electronique</b>	Electronique générale 1 cours, 1TD	<b>39</b>	<b>2</b>
<b>UECG 4 Culture générale</b>	<b>Statistiques</b>	Thermodynamique statistiques 1 cours, 1 TP	<b>39</b>	<b>2</b>
	<b>Langue</b>	1 cours.	<b>19,5</b>	<b>1</b>
<b>UEFP Fondamentale Option 2</b>	<b>Phys..5</b>	Mécanique des fluides 1cours, 1TD, TP	<b>58,5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.6</b>	Electromagnétisme 1cours, 1TD, TP		
		<b>Total</b>	<b>390</b>	<b>30</b>

### *Licence de Physique (L3)*

<b>Semestre 5</b>		<b>Matière</b>	<b>V.H.G</b>	<b>ECTS</b>
<b>UEF 5 Fondamentale</b>	<b>Phys.7</b>	Physique des solide I 2 cours, 1 TD	<b>58.5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.8</b>	Physique atomique. 2 cours, 1 TD	<b>58.5</b>	<b>5</b>
	<b>Phys.9</b>	Mécanique quantique II. 2 cours, 1 TD	<b>39</b>	<b>4</b>
	<b>Phys.10</b>	Physique des Semi-Conducteur 2 cours, 1 TD	<b>58.5</b>	<b>3</b>
<b>UECG 5</b>	<b>Maths 5</b>	Méthodes numériques 1 cours, 1 TD	<b>39</b>	<b>3</b>
<b>UEM 5 Méthodologie</b>	<b>TP :Physique du solide</b>	7 manipulations de 3 heures.	<b>21</b>	<b>2,5</b>
	<b>TP :Physique atomique</b>	7 manipulations de 3 heures.	<b>21</b>	<b>2,5</b>
	<b>TP. Physique des S.C</b>	7 manipulations de 3 heures.	<b>21</b>	<b>2,5</b>
	<b>TP. Méthodes numérique</b>	7 manipulations de 3 heures.	<b>21</b>	<b>2,5</b>
		<b>Total</b>	<b>337,5</b>	<b>30</b>

<b>Semestre 6</b>	<b>Matière</b>	<b>V.H.G</b>	<b>ECTS</b>
<b>UEF 6 Fondamentale</b>	<b>Phys.11</b>	Physique du solide II. 2 cours, 1 TD	<b>58,5</b> 5
	<b>Phys.12</b>	Propriétés des solides. 2 cours, 1 TD	<b>58.5</b> 5

	<b>Phys.13</b>	Spectroscopie instrumentale. 1 cours, 1 TD	<b>39</b>	<b>4</b>
	<b>Phys.14</b>	Physique nucléaire. 1 cours, 1 TD	<b>39</b>	<b>4</b>
<b>UECG 6 Culture générale</b>	<b>Un module au choix</b>	1- Procédés Scientifiques et didactiques  2- Langue 1 cours	<b>19.5</b>	<b>2</b>
<b>UEM 6 Méthodologie</b>	<b>13 T.P sous forme de stage, relatif à l'option et aux choix de l'équipe pédagogique</b>	13 TP x 4h.	<b>52</b>	<b>4</b>
<b>UEF 6R (optoélectronique) Fondamentale Option 1</b>	<b>Phys.15</b>	Optoélectronique 2 cours, 1 TD, TP (4 h /semaine)	<b>58,5</b>	<b>4</b>
		Mémoire de fin de formation		<b>2</b>
	<b>Total</b>		<b>325</b>	<b>30</b>

Le calcul du volume horaire a été effectué sur la base de **13 semaines** d'enseignement effectif par semestre, tout en respectant le seuil maximal de **25 heures par semaine** avec des cours et des T.D dont les séances sont de 01<sup>h</sup> 30' et les T.P sont de 03<sup>h</sup> en S<sub>5</sub> et de 4<sup>h</sup> en S<sub>6</sub>.

Le nombre minimum de T.P par module est de 07 (sept) , pour l'unité d'enseignement méthodologique en S5. Tandis que les T.P programmés en S6 seront enseignés sous forme de stages de 4<sup>h</sup> / semaine sur les 13 semaines. Le thème de ces T.P sera choisi par l'équipe pédagogique selon les profils.

## Contenus pédagogiques

### 1<sup>ère</sup> Année

#### Semestre 1

#### Unité fondamentale 1

##### Math1

**Analyse et Algèbre 1 ( 2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

I- Analyse : Théorie des Ensembles. Applications : injective, surjective et bijective. Relations d'équivalences, Relations d'Ordres. Les nombres complexes. Fonctions Réelles d'une variable réelle. Fonctions inverse des fonctions trigonométriques. Fonctions hyperboliques. Développement limité.

II - Algèbre : Rappels : Lois de décomposition internes, groupes, anneaux et corps. Espaces vectoriels. Bases et dimensions finies. Applications linéaires, noyau, image. Matrice d'une application linéaire.

### **Phys 1**

**Programme de mécanique (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

Rappels mathématiques (2 semaines)

Les équations aux dimensions - calculs d'erreurs - Les vecteurs

Cinématique du point (3 semaines)

Mouvement rectiligne - Mouvement dans l'espace - Etude de mouvements particuliers - Etude de mouvements dans différents systèmes (polaires, cylindriques et sphériques) - Mouvements relatifs.

Dynamique du point (4 semaines)

Le principe d'inertie et les référentiels galiléens - Le principe de conservation de la quantité de mouvement - Définition Newtonienne de la force (3 lois de Newton) - Quelques lois de forces

Travail et énergie dans le cas d'un point matériel (4 semaines)

Energie cinétique- Energie potentielle de gravitation et élastique - Champ de forces - Forces non conservatives.

### **Chim 1**

**Structure de la matière (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

Structure de l'atome

Le noyau - Atome, élément, masse atomique - Radioactivité, les réactions nucléaires

Quantification de l'énergie

Modèle semi-atomique - Modèle de Bohr - Insuffisances de l'approche classique - Eléments de la théorie quantique - Equation de Schrödinger - Les nombres quantiques - Probabilité de présence - Atome d'hydrogène et hydrogénoïdes - Orbitales atomiques - Structure électronique - Atome polyélectronique (Effet d'écran)

Classification périodique des éléments

Périodicité (période et groupe) - Propriétés chimiques( rayon atomique, énergie d'ionisation, affinité électronique, électronégativité)

La liaison chimique

Modèle classique - Liaison covalente - Orbitales moléculaires - Liaison  $\sigma$  et liaison  $\pi$  - Diagramme énergétique des molécules, ordre de liaison - Liaison ionique - Caractère ionique partiel -

Hybridations - Géométrie des molécules, méthode de Gillespie.

### **Unité Méthodologie 1**

#### **TP physique 1 (5 manipulations)**

**TP Mécanique** (3h / semaine)

- 1- Calculs d'erreurs
- 2- Vérification de la 2eme loi de Newton
- 3- Etude de pendule physique
- 4- Chute libre
- 5- Pendule simple
- 6- Pendule de Maxwell
- 7- Etude de la rotation d'un solide
- 8- Vérification de la fondamentale d'un mouvement circulaire – conservation de l'énergie mécanique

#### **TP chimie 1 (5 manipulations)**

- 1- Sécurité et initiation à la manipulation en chimie
- 2- Dosages acide-base
- 3- Recherche d'une masse molaire
- 4- Préparation d'une solution
- 5- Dosage d'oxydo-réduction

## **Unité Culture générale 1**

**Informatique 1 (1 cours/semaine)** En cours d'élaboration (département informatique)

**Langue 1 (1 cours/semaine)**

**Unité Découverte (1 module par option) (2 cours, 1 TD par semaine)**

### **La physique et ses applications**

- 1- histoire de la physique.
- 2- matière et antimatière.
- 3- la gravimétrie
- 4- la mécanique ondulatoire.
- 5- les mesures physiques
- 6- les ondes électromagnétiques.
- 7- radioactivité, énergie nucléaire.
- 8- La mesure du temps.
- 9- Histoire de l'astronomie.
- 10- Le quanta et la vie.

### **Informatique**

En cours d'élaboration (département informatique)

### **Environnement**

En cours d'élaboration (département physique)

**Biologie générale Cours : 45 h TD/TP : 15 h**

**CYTOLOGIE** VHG : 20 h (15 h Cours / 5h TD-TP)

1.Introduction: Organisation générale de la cellule (animale et végétale) Eucaryote et procaryote (animale et végétale). 2. Membrane plasmique 3. Matrice extracellulaire 4. Paroi 5. Cytosquelette 6. Hyaloplasme 7. Noyau interphasique 8. Réticulum endoplasmique 9. Appareil de Golgi 10. Ribosome : Introduction à la synthèse protéique 11. Mitochondrie 12. Plastes 13. Vacuole.

**BIOLOGIE ANIMALE** VHG : 20h (15h Cours / 5h TD-TP)

Introduction à la biologie animale

1. GAMETOGENESE 1.1. Spermatogénèse : Régulations hormonales 1.2. Ovogénèse: Regulations hormonales

2. FECONDATION (prévoir notions de Fecondation *in-vitro*)

3. EMBRYOLOGIE 3.1. lignée germinale: segreg 3.2. Différents type d'œufs 3.3. phases d'ontogénèse (segmentation, gastrulation et neurulation) 3.4. Déterminisme du sexe génétique, gonadique et phénotypique: 3.5. Notion d'annexes embryonnaires (embryologie, gastrulation)

4. DIFFERENTS TYPES DE TISSUS (Généralités)

**BIOLOGIE VEGETALE** VHG : 20h (15h Cours / 5h TD-TP)

Introduction à la biologie végétale

1. GAMETOGENESE 1.1. Grain de pollen 1.2. Ovule et sac embryonnaire

2. FECONDATION 2.1. Oeuf et embryon 2.2. Notion cycle de développement

3. DIFFERENTS TYPES DE TISSUS (Généralités)

4. MORPHOLOGIE DES VEGETAUX SUPERIEURS ET ADAPTATION 4.1. Racines 4.2. feuilles 4.3. tiges 4.4. fleurs 4.5. graines 4.6. Fruits

**La partie 4 peut être traitée en TD**

### **Sciences de la Terre**

En cours d'élaboration (département Sc. Terre)

### **Sciences de l'Univers**

En cours d'élaboration (département physique)

-----

## Semestre 2 :

### Unité fondamentale 2

#### Math2

**Analyse et Algèbre 2 (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

**I- Analyse :** Intégrales simples. Intégrales doubles. Equations différentielles du premier ordre. Equations différentielles du second ordre. Fonctions à deux variables. Dérivées partielles.

**II- Algèbre :** Matrices. Valeurs et vecteurs propres. Diagonalisation d'une matrice. Déterminants. Systèmes d'équations.

#### Physique 2

**Electricité et Magnétisme (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

##### Electrostatique (5 semaines)

Charges et champ électrostatiques - Potentiel électrostatique - Flux du champ électrique – Théorème de Gauss - Dipôle électrique

##### Les conducteurs (2 semaines)

Définition et propriétés des conducteurs en équilibre - Pression électrostatique - Capacité d'un conducteur et d'un condensateur.

##### Electrocinétique

Conducteur électrique - Loi d'Ohm - Loi de Joule - Circuits électriques - Application de la loi d'Ohm aux réseaux - Lois de Kirshoff.

##### Electromagnetisme (3 semaines)

Définition d'un champ magnétique - Force de Lorentz - Loi de Laplace - Loi de Biot et Savart - Dipôle magnétique.

#### Chim 2

**Thermodynamique et cinétique chimique (26h cours + 13h TD + 19,5h TP)**

**VHG = 58,5 heures**

**Généralités sur la thermodynamique :** système, état d'un système, variable et fonction d'état.

Notion d'équilibre et de transformation d'un système. Notion de température. Différentes formes d'énergie. Equation des gaz parfaits.

**Premier principe de la thermodynamique :** Energie interne, travail, chaleur. Enoncé du premier principe. Expression différentielle du premier principe. Application : transformation d'un gaz parfait (isochore, isotherme, isobare, adiabatique). Systèmes chimiques ; chaleur de réaction, énergie de liaison. Exemples d'application à des systèmes physiques.

**Deuxième principe de la thermodynamique :** Evolutions naturelles. Notions d'entropie et d'enthalpie libre, machine thermique. Les équilibres chimiques. Loi d'action de masse, constante d'équilibre. Facteurs d'équilibres. Enoncé du troisième principe.

**Introduction à la cinétique chimique :** Définition de la vitesse d'avancement d'une réaction.

Principaux facteurs influençant la vitesse des réactions chimiques, concentration, température. Loi des vitesses intégrales. Notion de mécanisme réactionnel. Réactions réversibles. Réaction en chaîne. Energie d'activation et catalyse.

### Unité Méthodologie 2

**TP physique 2 (5 manipulations)**

**TP Electricité 3h / semaine**

- 1- Association et mesure des résistances
- 2- Association et mesure des capacités
- 3- Charge décharge d'un condensateur
- 4- Vérification de la loi de Biot et Savart
- 5- Etude d'un transformateur

- 6- Détermination du champ magnétique terrestre
- 7- Pont de Wheatstone

### **TP chimie 2 (5 manipulations)**

**(Choisir selon les moyens en place 3 sur 4 en thermodynamique, et 2 sur 3 en cinétique)**

#### **Thermodynamique**

- 1- Mesure de la capacité calorifique des liquides
- 2- Propriétés thermodynamiques de GP
- 3- Mesure du rapport des chaleurs massiques d'un gaz
- 4- Premier principe de la thermodynamique

#### **Cinétique**

- 5- Inversion du saccharose
- 6- Saponification d'un ester (ordre 2)
- 7- Décomposition de l'eau oxygénée.

### **Unité Culture générale 2**

**Informatique 2 (1 cours/semaine)**

**Langue 2 (1 cours/semaine)**

**Unité Découverte (1 module par option) (2 cours, 1 TD par semaine)**

**La physique et ses applications**

**Informatique**

**Environnement**

**Biologie**

**Sciences de la Terre**

**Sciences de l'Univers**

## **2<sup>ème</sup> Année**

### **Semestre 3**

#### **Unité fondamentale 3**

##### **Math3**

**Séries et équations différentielles (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

##### **Chapitre 1 : Séries Numériques**

Propriétés générales ; séries à termes positifs ; critères de convergence. Séries à termes quelconques ; convergence absolue ; semi convergence ; critères de convergences. Produit de séries ; associativité et commutativité de la somme d'une série.

##### **Chapitre 2 : Suites et séries de fonctions.**

Suites de fonctions ; convergence simple ; convergence uniforme ; continuité, dérivabilité et intégrabilité de la limite d'une suite de fonction. Séries de fonctions ; convergence simple, absolue, normale, uniforme, continuité, dérivabilité et intégrabilité de la somme d'une série de fonctions.

##### **Chapitre 3 : Séries entières.**

Rayon de convergence. Continuité, dérivabilité et intégrabilité de la somme d'une série entière.

Développement en séries entières.

##### **Chapitre 4 : Equations différentielles**

Notions générales. Equations différentielles du premier ordre. Equations différentielles du second ordre à coefficients constants avec second membre.

### Physique 3

**Vibrations, ondes mécaniques et optique ( 2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

#### Partie I : Vibrations

**Chapitre 1: Généralités sur les vibrations.** Définition d'un mouvement vibratoire. Exemples de systèmes vibratoires. Mouvements périodiques

**Chapitre 2: Systèmes linéaires à un degré de liberté**

**2.1.** Les oscillations libres. L'oscillateur harmonique. Pulsation propre d'un oscillateur harmonique. L'énergie d'un oscillateur harmonique

**2.2** Les oscillations libres amorties. Forces d'amortissement. Equation des mouvements. Oscillations pseudopériodiques (décrément logarithmique, facteur de qualité)

**2.3** Les oscillations libres forcées. Définition. Cas d'une excitation sinusoïdale (résonance, déphasage). Cas d'une excitation périodique quelconque.

**2.4** Les oscillations amorties forcées. Equation des mouvements. Régime transitoire, régime permanent. Bande passante. Facteur de qualité

**2.5** Analogie entre systèmes oscillants mécaniques et électriques

**Chapitre 3 : Systèmes linéaires à plusieurs degrés de liberté**

**3.1** Systèmes à 2 degrés de liberté. Libres (pulsations propres). Libres forcés. Libres amortis (régime transitoire et régime permanent). Amortis forcés. Systèmes à N degrés de liberté.

#### Partie II :

**Chapitre 4 : Généralités sur les ondes mécaniques**

4.1 Classification des ondes

4.2 Intégrale générale de l'équation générale d'ondes planes.

4.3 Vitesse de phase

4.4 Notion de front d'onde

4.5 Réflexion et transmission des ondes

4.6 Relation entre les différentes grandeurs représentant l'onde

**Chapitre 5 : Ondes longitudinales dans les fluides**

5.1 Ondes planes dans un tuyau cylindrique

5.1.1 Equation d'ondes dans un gaz

5.1.2 Equation d'ondes dans un liquide

5.1.3 Impédance acoustique

5.1.4 Impédance caractéristique

5.1.5 Energie transportée par une onde

5.1.6 Coefficients de réflexion et de transmission d'ondes (conditions aux limites)

5.2 Effet Doppler

**Chapitre 6 : Ondes dans les solides**

6.1 Vitesse de propagation d'ondes longitudinales dans un barreau solide

6.2 Vitesse de propagation d'ondes transversales dans un barreau solide

6.3 Coefficients de réflexion et de transmission d'ondes (conditions aux limites)

**Chapitre 7 : Ondes transversales dans une corde**

7.1 Equation de propagation

7.2 Pulsations propres

7.3 Impédance caractéristique

7.4 Energie d'une onde progressive

7.5 Réflexion et transmission des ondes

7.6 Ondes stationnaires

7.7 Milieu résonnant.

#### Partie III : OPTIQUE

**Chapitre 1 : Optique géométrique**

1.1 Indice d'un milieu

1.2 Principes de l'optique géométrique

1.3 Lois de Snell-Descartes

1.4 Stigmatisme et aplanétisme

1.5 Grandissement et grossissement

1.6 Dioptré plan : formule de conjugaison

- 1.7 Prisme : déviation et dispersion
- 1.8 Miroirs sphériques et miroirs plans: formule de position et construction d'images
- 1.9 Lentilles minces : formule de position et construction d'images
- 1.10 Systèmes centrés : formules de conjugaison et de grandissement
- 1.11 Systèmes dioptriques et catadioptriques

## **Chapitre 2 : Optique ondulatoire**

- 2.1 Superposition de deux ondes monochromatiques de même fréquence
- 2.2 Conditions d'interférence
- 2.3 Interférence de deux ondes cohérentes
- 2.4 Interférence en lumière bichromatique et en lumière blanche

## **Chim 3**

**Chimie minérale et organique ( 2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

### **I- Chimie minérale**

**Les liaisons chimiques :** Liaison ionique . Liaison covalente. Polarisation des liaisons. Notions d'hybridation. Liaisons dans les complexes.

**L'hydrogène :** Etat naturel. Obtention industrielle et au laboratoire. Propriétés physico-chimiques et utilisations. Les hydrures.

**Les halogènes :** Dans tous les cas on étudiera l'état naturel, obtention et propriétés physico-chimiques. Le fluor. Le chlore. Le brome. L'iode.

**L'oxygène, l'ozone et les peroxydes :** Etat naturel de l'oxygène. Obtention industrielle et au laboratoire de l'oxygène. Propriétés physico-chimiques et utilisation de l'oxygène. Etat naturel de l'ozone. Propriétés physico-chimiques et utilisation de l'ozone. Les peroxydes

**Le Soufre :** Propriétés. Etat naturel, obtention et propriétés physico-chimiques. Le sulfure d'hydrogène. Les oxydes de soufre et les oxacides. Fabrication de l'acide sulfurique, utilisation

**L'Azote :** Etat naturel, obtention et propriétés physico-chimiques. Ammoniac et propriétés. Les oxydes et les oxacides de l'azote. Préparation de l'acide nitrique, utilisation

**Le Phosphore, l'Arsenic et l'Antimoine :** Le Phosphore ( état naturel, obtention, variétés allotropiques, utilisation). L'Arsenic (état naturel, obtention). L'Antimoine (état naturel, obtention)

**Le Carbone :** Etat naturel, graphite, diamant, structures et propriétés physico-chimiques. Les oxydes de carbone. Préparation de l'anhydride carbonique.

**Le Silicium :** Obtention et propriétés physico-chimiques. Les oxydes et les oxacides de Silicium, quartz, silicates. Structures, gel de silice. Les silicones

**Le Bore :** Etat naturel, obtentions et propriétés physico-chimiques). Les boranes, les halogénures de bore. Les oxydes et les oxacide du bore

**Les métaux :** Propriétés des métaux, liaison métallique, structures. L'Aluminium (état naturel, obtention et propriétés physico-chimiques, utilisation). Le Fer (état naturel, obtention et propriétés physico-chimiques, utilisation)

**Les métaux alcalins :** (considérations générales du groupe I ). Sodium (fabrication d'après le procédé Down, composés, procédé Solvay)

**Les métaux alcalino-terreux :**(considérations générales du groupe II ). Magnésium ( état naturel, obtention, composés, chaux vive, chaux éteinte)

### **II. Chimie organique**

Introduction à la chimie organique

Valences et hybridations du carbone

Classification des fonctions organiques, nomenclature. Introduction aux principales réactions (addition, élimination, substitution). Introduction à la chimie structurale. Isoméries et stéréoisoméries.

Isoméries planes ; géométries stériques. Isomérisation optique (chiralité, prochiralité), configuration relative et absolue (série aliphatique et cyclique), racémisation et résolution de racémiques.

Stéréochimie : conformations, configurations, modes de représentation ( Cram, Fisher, Newman), détermination configurations absolues.

La stéréoisomérisation (relation d'énantiomérisation et de diastéréoisomérisation) Stéréochimie dynamique. Effets électroniques : inducteurs, mésomères, conjugaison, résonance et aromaticité.

## Unité Méthodologie 3

### TP physique 3 (8 manipulations) 2h / séance

#### TP Optique

1. Dispersion de la lumière par un prisme.
2. Minimum de déviation d'un prisme.
3. Mesure de l'indice de réfraction.
4. Mesures des focales de lentilles minces.
5. Instruments optiques
6. Phénomènes d'interférences à deux ondes.
7. Interférences localisées.
8. Interféromètre de Michelson.
9. Diffraction de la lumière monochromatique par un jeu de fentes.
10. Diffraction de la lumière monochromatique par un réseau de diffraction.
11. Calibrage en longueur d'ondes d'un monochromateur à réseaux.
12. Spectrophotométrie.

#### TP Vibrations et Ondes

- 1- Module de torsion
- 2- Pendule de torsion
- 3- Etude des oscillations électriques
- 4- Circuit électrique oscillant en régime libre et forcé
- 5- Pendule de Pohl
- 6- Pendules couplés
- 7- Diffraction
- 8- Poulie à gorge selon Hoffmann

### TP chimie 3 ( 5 manipulations) 3h/séance

- 1- Recristallisation
- 2- Extraction
- 3- Distillation
- 4- Réfractométrie
- 5- Synthèse de l'aspirine
- 6- Préparation d'un savon

## Unité Culture générale

### Informatique 3 (1 cours/semaine)

### Langue 3 (1 cours/semaine)

### Unité Découverte 3 (1 module par option) ( 1 cours et 1 TD par semaine + TP)

#### Initiation aux techniques physico-chimiques d'analyse.

**Généralités** : 1-La structure électronique des atomes, nombres quantiques atomiques. 2-Généralités sur la spectroscopie atomique.

**Les spectres optiques** : (Application à l'atome) 1.Etude du spectre optique d'un atome alcalin ; Cas du sodium. 2. La spectroscopie d'émission d'arc et d'étincelle. 3. La spectroscopie d'émission de flamme. 4. La spectroscopie par absorption atomique

**Méthodes spectrométriques** : *Application : élucidation de structures Spectrométrie d'absorption de l'ultraviolet et du visible.*

Le domaine spectral UV-VIS et l'origine des absorptions . Le spectre UV-VIS. Transitions électroniques des composés organiques . Groupements chromophores. Analyse quantitative : lois de l'absorption moléculaire. Méthodes utilisées en analyse quantitative.

*Spectrométrie du proche et moyen infrarouge*

Origine de l'absorption lumineuse dans l'infrarouge. Présentation, des absorptions en infrarouge.

Bandes de vibration-rotation dans l'IR. Bandes caractéristiques des composés organiques  
*Spectroscopie de Résonance magnétique nucléaire*  
Généralités. Interaction spin/champ. Les étudiés en RMN. Théorie de Bloch pour un noyau dont  $I=1/2$ .  
Obtention du spectre par RMN impulsionnelle. Le processus de relaxation des noyaux. Le déplacement chimique. Noyaux blindés et déblindés. Facteurs affectant le déplacement chimique.  
Structure hyperfine ; Couplage spin-spin.  
*Autres Méthodes*  
Spectrométrie de masse. Principe de la méthode. Applications.

-----

## Semestre 4 :

### Unité fondamentale 4

#### Math4

**Fonction de la variable complexe ( 2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

**Chapitre 1** : Fonctions holomorphes. Conditions de Cauchy Riemann.

**Chapitre 2** : Séries entières. Rayon de convergence. Domaine de convergence. Développement en séries entières. Fonctions Analytiques.

**Chapitre 3** : Théorie de Cauchy : Théorème de Cauchy. Formules de Cauchy.

**Chapitre 4** : Applications : Equivalence entre holomorphicité et Analyticité. Théorème du Maximum. Théorème de liouville. Théorème de Rouché. Théorème des Résidus. Calcul d'intégrales par la méthode des Résidus.

**Chapitre 5** : Fonctions Harmoniques

#### Phys 4

**Mécanique quantique ( 2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

**I- Introduction** : Le Rayonnement du corps noir. L'effet photoélectrique. L'effet Compton . Stabilité des atomes.

**II- Le formalisme mathématique de la mécanique quantique** : Espace de Hilbert, espaces des fonctions d'onde , espace des états. Notation de Dirac, opérateurs linéaires, opérateurs hermitiques . Equations aux valeurs propres, observables , EOC. Représentation X et P  
Produit tensoriel d'espaces et d'opérateurs

**III- les postulats de la mécanique quantique** : Description de l'état d'un système et des grandeurs physiques. Mesures des grandeurs physiques. Evolution temporelle des systèmes. Valeur moyenne d'une observable, écart quadratique moyen. Evolution de la valeur moyenne d'une observable, théorème d'Erenfest. Systèmes conservatifs, fréquence de Bohr. Relation d'incertitude temps-énergie

**IV- Etude quelques exemples de système à une dimension** : Seuil, barrière et puits de potentiel . Etats stationnaires, quantification, états liés. Coefficients de réflexion et de transmission, effet tunnel.

**V- L'oscillateur harmonique** : Méthodes de résolution à l'aide des opérateurs de création et d'annihilation . Cas stationnaire à une dimension : valeurs propres de l'énergie et fonctions propres

**VI- Les moments cinétiques** : Le moment cinétique J, relations de commutations. Le moment cinétique orbital L, harmoniques sphériques. Le moment cinétique de spin S, expérience de Stern et Gerlach-moment de spin.

**VII- Méthodes d' approximations** : Méthode variationnelle. Théorie des perturbations indépendantes du temps

#### Chim 4

**Chimie inorganique (2 cours + 1TD) / semaine VHG = 58,5 heures**

**Propriétés de symétrie** : Symétrie des molécules et structure de groupe. Opérations et éléments de symétrie, opérateurs de symétrie. Groupes de symétrie. Représentations, représentations irréductibles, tables de caractères. Symétrie des cristaux. Expérience de diffraction. Périodicité, symétrie de

translation : réseau direct et réciproque. Eléments de symétrie, projection stéréographique. Systèmes cristallins

**Structure des matériaux solides :** Notions générales : Etat amorphe/cristallisé, poly/mono-cristaux, cristal parfait/réel (défauts, joints de grain, surface...). Structure des édifices métalliques. Liaison métallique : modèle de bandes. Application à la conductivité des métaux et des semi-conducteurs. Alliages. Structure des édifices atomiques et moléculaires. Structure des édifices ioniques. Géométrie des édifices ioniques. Modèle de la liaison ionique. Energie réticulaire (solutions solides : d'insertion, de substitution). Cristal réel et défauts : Défauts électroniques. Défauts ponctuels. Défauts linéaires. Défauts plans

**Chimie des éléments de transition.** Structures des complexes de coordination. Propriétés optiques et magnétiques. Modèle du champ cristallin et modèle des orbitales moléculaires. Réactivité des complexes. Composés organométalliques.

## Unité Méthodologie 4

### Electronique générale (20h cours + 10h TD + 10h TP) / semaine VHG = 39 heures I- RESEAUX ELECTRIQUES 5 semaines

**\*Courant continu :** définition, générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tension-courant (R, L, C), lois de kirchhoff. Méthodes d'analyse des réseaux linéaires : méthode des mailles et des nœuds, application à la notation matricielle. Théorèmes fondamentaux (superposition, théorèmes de Thévenin et Norton, réciprocity), équivalence entre thévenin et Norton.

**\*Régime variable :** circuits et signaux en régime variable, application du calcul variationnel (transformée de Laplace, exemple : impédance symbolique et circuits soumis à un signal échelon ou à un signal impulsion).

**\*Régime sinusoïdal :** représentations des signaux, notation complexe, impédance électriques, adaptation d'un générateur sinusoïdal. Méthodes d'analyse des réseaux en régime sinusoïdal et théorèmes fondamentaux, application aux circuits RC, RL.

**\*Etudes des circuits résonnants série et parallèle, régime forcé :** réponses en fréquence, coefficients de qualité, bande passante, sélectivité, unités logarithmiques.

**\*Etudes des circuits RLC en régime libre :** les différents régimes, conditions initiales. Circuits RC et RL (énergie maximale dans C et L).

### II- QUADRIPOLES PASSIFS 5 semaines

**\*Représentation d'un réseau passif par un quadripôle,** les matrices d'un quadripôle, associations de quadripôles. Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en tension et en courant), application à l'adaptation.

**\*Quadripôle particuliers passifs** (en  $\Gamma$ , T et II, équivalence étoile-triangle). Exemples de quadripôles passifs : **-Le transformateur, circuits à couplage magnétique :** régime libre (battement), régime forcé (différents couplages et réponses en fréquence, bande passante), propriétés du transformateur parfait (rapport transformation, impédance ramenée, adaptation). **-Les filtres électriques passifs :** impédances images et caractéristiques, étude du gain (en atténuation) d'un filtre chargé par son impédance itérative, Cas particulier du filtre idéal symétrique (bande passante).

### III- DIODES 3 semaines

**\*Notion élémentaires sur la physique des semi-conducteurs** (jonction, bandes d'énergie, conduction dans les semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques).

**\*Constitution et fonctionnement d'une diode,** polarisation, caractéristiques courant-tension, droite de charge, régime statique et variable.

**\*Les circuits à diodes :** redressement simple et double alternances, application à la stabilisation de tension par la diode Zener, écrêtage, pompes à diodes.

Les autres types de diodes : varicap, D. E. L., photodiode.

### TP ELECTRONIQUE

1. Quadripôles résistifs.
2. Filtres passifs : filtres en T, double T, influence de la charge, tracé de la réponse, diagramme de bode pour les circuits du premier et second ordre.
3. Filtres actifs.

4. Circuits en régimes libre (intégrateur, dérivateur).
5. Théorèmes fondamentaux (superposition, Thevenin, Norton).
6. Diode I (caractéristiques des diodes, redressement et filtrage).
7. Diodes II (Diode Zeener, Stabilisation par diode Zeener)

## Unité Culture générale 4

### Thermodynamique statistique (1 cours + 1TP semaine) VHG = 39 heures

#### I- Approche statistique de la Physique. 2 Semaines

La Physique statistique. Introduction. Description de l'état et de l'évolution d'un système physique. Description microscopique d'un système physique. Notion de densité d'état. Eléments de théorie de probabilité. Analyse combinatoire et distribution binomiale. Distribution binomiale dans l'approximation de grands systèmes. Marche au hasard et mouvement brownien.

#### II- Théorie cinétique des gaz. 1,5 Semaine

Considérations générales. Théorie cinétique comme exemple. Model de la méthode statistique. Hypothèses de travail. Propriétés liés au champ de vitesses du gaz. Calcul de la pression du gaz. Loi d'état du gaz et conséquences. Théorie de Maxwell. Fonction de distribution des vitesses et interprétation. Notion de vitesse la plus probable, vitesse moyenne et vitesse efficace. Applications.

#### III-Fondements de la mécanique statistique classique. 2 Semaines

Rappels : Equations de Newton, Lagrange, Hamilton,- Jacobi. Modèle analytique, espace des phases. Description statistique du modèle mécanique. Théorème ergodique : du modèle mécanique. Théorème de Liouville sur la conservation du modèle de phase. Equation d'évolution de l'ensemble statistique.

#### IV- Ensembles statistique et applications. 2 Semaines

Ensemble statistique d'équilibre. Distribution micro canonique. Distribution canonique. Distribution grand canonique. Distribution canonique et thermodynamique. Calcul de l'énergie libre du gaz parfait-Paradoxe de Gibbs. Gaz réel. Application des théorèmes de l'équipartition de l'énergie et du Viriel aux systèmes concrets.

#### V-Théorie de Boltzmann et application aux systèmes de particules sans interaction 3 Semaines

Fonction de partition de Translation. Fonction de Partition Vibration. Fonction de Partition Rotation. Fonction de Partition Electronique. Fonction de Partition Nucléaire.

Calcul des contributions énergétiques :  $U, F, S, C_v$ , ect...

#### VI- Mécanique statistique quantique 2 Semaines

Bases fondamentales et rappel. Rappels sur l'oscillateur harmonique et quantification de l'énergie (postulat de Planck). Principe d'incertitude d'Heisenberg : Indiscernabilité et rejet de l'état de complexion. Principe d'exclusion de Pauli : Etats symétriques (bosons) et antisymétriques (fermions). Statistique de Bose-Einstein. Statistique de Fermi Dirac. Détermination des fonctions thermodynamiques :  $U, S, F, G$ . etc... Applications.

#### VII-Applications 1,5 Semaine

Théorie élémentaire du solide : Modèle d'Einstein, modèle de Debye, modèle des phonons.

Théorie des solutions diluées, théorie des solutions d'électrolytes (Debye-Huckel). Rayonnement du gaz parfait de Bose-Einstein. Condensation du gaz parfait de Bose-Einstein. Emission thermoionique. Paramagnétisme.

## Langue 4 (1 cours/semaine)

## Unité Fondamentale 4 (option 2)

### Physique 5

#### Mécanique des fluides (1 cours + 1TD + TP)

##### CH1 Généralités

2. Définition du milieu continu, caractéristique du milieu fluide, notion de particule fluide
3. Forces de volume et force des surfaces appliqués à un domaine fluide.
4. Fluide parfait, fluide visqueux.

##### CH2 Statique des fluides

1. Equations générales de la statique des fluides.
2. Cas particulier de l'hydrostatique.
3. Forces de poussée d'Archimède.
4. Statique des gaz.

#### CH 3 Cinématique des fluides

- 1 Repérage d'une particule fluide
- 2 Point de vue de la grange, point de vue d'Euler, dérivée particulaire.
- 3 Lignes de courant, ligne d'émission, trajectoire
- 4 Tenseur des déformations, lois de comportement. Cas d'un fluide newtonien.
- 5.écoulements rotationnels, irrotationnels
- 6.écoulements plans à potentiel des vitesses : exemple classique.

#### CH 4 Dynamique des fluides parfaits

1. Théorème généraux
2. Equations fondamentales pour un fluide parfait.
3. Equation de bernoulli : applications.
4. Etudedes débitmètres (venture, diaphnagnie, tube de pilot...)

#### CH 5 Dynamique des fluides visqueux

1. Equation intégrale du mouvement
2. Equation locale équation de navier stockes applications
3. Résolution de quelques problèmes classiques instationnaires.

#### CH 6. Introduction à la dynamique des gaz

1. Equation de barréde Si venant
- 2 Ecoulement dans un convergent-divergent.
3. Ecoulement supersonique ,ondes de chocs.

### Physique 6

#### Electromagétisme (1 cours + 1TD + TP)

##### I) Ondes électromagnétiques

- Equation de Maxwell dans le vide.
- Equation de Maxwell dans un milieu matériel.
- Ondes électromagnétiques planes (O.E.P).
- Propagation des O.E.P dans le vide.
- Propagation des O.E.P dans un diélectrique
- Réflexion des O.E.P sur un milieu métallique
- Production des O.E.P.
- Interaction des O.E. avec un milieu matériel (Absorption)

## 3<sup>ème</sup> Année Licence de Physique

### Semestre 5

#### UNITE FONDAMENTALE 5

#### Physique7 : PHYSIQUE DU SOLIDE I (2C+1TD)

##### I- Notion fondamentale de cristallographie et liaison cristalline

- 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

## **II- Propriétés élastiques**

### 2. 1- Milieu isotrope

- Tenseur des déformations
- Tenseur des contraintes
- Loi de HOOKE
- Constante d'élasticité
- Module d'YOUNG et coefficient de POISSON

### 2.2- Milieu anisotrope

- constante d'élasticité
- Application à la définition de structures cristallines.

## **III - 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
  -

## **Physique 8 : Physique atomique (2C+ 1TD)**

### I- Qualité « matière - rayonnement »

- Quantification de l'énergie : rayonnement du corps noir
- Interaction rayonnement – matière : - l'effet photoélectrique - l'effet Compton.

### II- Dualité « onde – corpuscule »

- Propriétés ondulatoire de la matière - expérience de Davisson et Germer - expérience de Thomson
- La fonction d'onde
- Relations d'incertitude de Heizenberg

### III- Introduction à la spectroscopie atomique

- Spectres
- Niveaux d'énergie ; expérience de résonance optique. Expérience de Franck et Hertz

### IV- Etude de l'atome d'hydrogène et des atomes hydrogénoïdes

- Théorie de Bohr
- Théorie de Sommerfeild
- Etude quantique
- L'orbitale atomique
- Règles de sélection – spectres
- Le moment cinétique orbital
- Le moment magnétique
- Quantification spatiale.
- Effet Zeeman normal
- Le spin de l'électron : interaction « Spin – Orbite ». Structure fine- effet Lamb - effet Zeeman complexe – effet Paschen-Back.

### V- Les atomes à plusieurs électrons.

### VI- Spectroscopie atomique : les transitions radiatives - émission spontanée - émission induite

### VII- Les rayons X : loi de Mosley. Spectres.

## Physique 9 : MECANIQUE QUANTIQUE II (1C, 1TD)

### I- Moment cinétique total

Addition de 2 moments cinétique

Addition de 2 moments, coefficient de Clebsch – Gordon, symboles  $3j$ , théorème de Wigner-Eckart, représentation intégrale des coefficients de Clebsch – Gordon

### II- Mécanique quantique à trois dimensions

Problème aux valeurs propres à trois dimensions

Particule libre- particule dans une boîte

Oscillateur harmonique anisotrope

Potentiel central

Séparation des moments du centre de masse et la particule relative

Particule libre en coordonnées sphériques

Oscillateur harmonique isotrope

Potentiel coulombien – atome d'hydrogène

### III – Les méthodes d'approximation

Théorie des perturbations stationnaires : cas non dégénère, cas dégénère

Méthode variationnelle de RITZ

Théorème adiabatique

Perturbation dépendant du temp. : Probabilité de transition. Application à une perturbation constante et sinusoïdale. Règle d'or de Fermi

### IV- Théorie de la diffusion

Introduction aux fonctions de Green

Théorie général, propriété de l'amplitude de diffusion

Approximation de Born, approximation des bases énergies

Notion de section efficace, formule de Rutherford

## Physique 10 : PHYSIQUE DES SEMI-CONDUCTEURS (2C, 1TD)

### CH I DEFINITION DES SEMI-CONDUCTEURS.

I. 1 Définition par rapport à la conductivité.

I. 2 Variation de la résistance et de la conductivité en fonction de la température.

I. 3 Définition par rapport aux bandes d'énergies.

I.4 Eléments semi-conducteurs.

I.5 Structure cristalline des semi-conducteurs.

I.6 Electron et trou, paire électron- trou, électron libre, trou libre.

I.7 Semi-conducteur intrinsèque.

I.8 Recombinaison.

I.9 Défauts dans les semi-conducteurs.

I.9 Impuretés substitutionnelles.

I.10 Position des niveaux  $E_d$  et  $E_a$ .

I.11 Conduction extrinsèque.

I.12 Loi d'action de masse, neutralité électrique.

I. 13 Porteurs d'excès, génération, recombinaison, durée de vie.

I. 14 Facteurs affectant la durée de vie.

I.15 Courant électrique, courant de dérive, courant de diffusion.

I. 16 Densité du courant de dérive, conductivité.

I. 17 Variation de la conductivité d'un semi-conducteur extrinsèque.

I. 18 Equation de continuité, équation de Poisson, relation d'Einstein.

I. 19 Injection locale des porteurs minoritaires, longueur de diffusion.

### CH II Diffusion thermique des impuretés.

II.1 Equation de diffusion.

II. 2 Phase dépôt.

II. 3 Quelques propriétés de Erf(u) et ErfC(u).

II. 4 Phase redistribution.

### **CH III Statistique des électrons et des trous.**

III. 1 Densité des états d'énergies D(E), définition

III. 2 Allure de la densité d'énergie D(E)

III. 3 Expressions de D(E) près de  $E_c$  et  $E_v$ .

III. 4 Remplissage des niveaux d'énergie à  $T=0$ , pour un un métal et un semi-conducteur.

III. 5 Energie de Fermi pour un métal.

III. 6 Energie de Fermi pour un semi-conducteur.

III. 7 Distribution de Fermi –Dirac  $f(E)$ .

III. 8 Variation de  $f(E)$  en fonction de la température  $T$  ( $^{\circ}K$ ).

III. 9 Graphe du produit  $f(E) \cdot D(E)$  à  $T=0^{\circ}K$  et à  $T$  différent de  $0^{\circ}K$ .

III. 10 Calcul de la concentration des électrons  $n$  et des trous  $p$ , expression de  $N_c$  et  $N_v$ .

III. 11 Expression de  $n$  et de  $p$  pour un semi-conducteur non dégénéré.

III. 12 Détermination de  $E_F$  pour un semi-conducteur intrinsèque.

III. 13 Semi-conducteur extrinsèque, calcul de  $n$ ,  $p$  et  $E_F$ .

III.14 Equation de neutralité pur un semi-conducteur dopé avec  $N_d$  et  $N_a$ .

III. 15 Expression de la distribution des électrons  $f_{nd}$ ,  $f_{na}$  et des trous  $f_{pd}$ ,  $f_{pa}$  pour les états d'impuretés  $E_d$  et  $E_a$  respectivement.

III. 16 Détermination des concentrations  $n_d$ ,  $p_d, n_a$ ,  $p_a$ .

III. 17 Equation de neutralité avec deux impuretés, puis simplification à une impureté, aux températures basses.

III. 18 Calcul de  $E_F$  aux basses températures, et déduire  $E_F$  aux très basses températures et aux températures moyennes.

III. 19 Déduction de  $n$  aux très basses températures et aux températures moyennes.

III. 20 Calcul de  $E_F$  et  $n$  aux hautes températures, aux très hautes températures, et aux températures moyennes.

III. 21 Graphe de  $n$ ,  $p$  en fonction de la température  $T(^{\circ}K)$  pour un semi-conducteur de type n.

III. 22 Graphe de  $\text{Log}(n)$  en fonction de  $1/T$  pour un semi-conducteur de type n.

III. Graphe de  $E_F$  en fonction de  $T(^{\circ}K)$  pour un semi-conducteur de type n.

### **CH IV. Jonction PN.**

IV. 1 Définition.

IV. 2 Différent types de jonctions (abrupte et graduelle).

IV. 3 Charge d'espace d'une jonction abrupte.

IV. 4 Calcul du champ électrique  $E_p(x)$ ,  $E_n(x)$  et du potentiel  $V_p(x)$ ,  $V_n(x)$ .

IV. 5 Graphe du champ électrique  $E_p(x)$ ,  $E_n(x)$  et du potentiel  $V_p(x)$ ,  $V_n(x)$ .

IV. 6 Calcul de la barrière du potentiel  $V_d$

IV. 7 Epaisseur de la zone de transition  $w$ .

IV. 8 Capacité  $C_t$  d'une jonction PN

IV. 9 Diagramme énergétique d'une jonction PN non polarisée.

IV. 10 Relation entre  $V_d$ ,  $n_{no}$ ,  $n_{po}$ .

IV. 11 Relation entre  $V_d$ ,  $(E_{cn}, E_{cp})$ ,  $(E_{vn}, E_{vp})$ ,  $E_{Fip}, E_{Fip}$

IV. 11 Calcul numérique de  $V_d$ .

IV. 12 Allure des concentrations d'une jonction PN non polarisée.

IV. 13 Polarisation d'une jonction PN, polarisation directe, polarisation inverse.

IV. 14 Diagramme énergétique d'une jonction PN polarisée en directe et en inverse.

IV.15 Allure des concentrations d'une jonction PN polarisée en directe.

IV. 16 Conséquence des polarisations directe et inverse sur  $w$ , et  $C_t$ .

IV. 17 Calcul de la caractéristique  $I(V)$  d'une jonction PN sans éclaircissement.

IV.18 Quelques applications de la jonction PN : le redressement des signaux alternatifs, les cellules solaires, la commutation.

IV. 19 Autres types de jonction ou diodes : diode Zener, diode à effet tunnel, diode émettrice de la lumière LED.

IV. 20 Introduction sur le transistor, constitution, principe de fonctionnement.

# UECG5

## Maths 5. Méthodes Numériques (1C, 1TD)

Il nous semble intéressant de préciser que le programme doit être composé de deux parties indépendantes de ce module. I- Programmation. II-Analyse Numérique.

### **I- Partie Programmation.**

#### **I-1 : Introduction**

Introduction générale et historique de l'ordinateur- Conception, évolution et développement des projets numériques et analogiques-Systèmes de chiffre, arithmétique binaire- Description brève des éléments logiques utilisés pour l'élaboration du contrôle- Les Unités pour arithmétiques de l'ordinateur.

#### **I-2 : Programmation**

Langage évolué et technique de base de la programmation.

-Langage Fortran et Langage Basis...etc....

-Bibliothèque des programmes- Utilisation des logiciels Matlab,Mathematia,..etc.

#### **I-3 : Travaux pratiques**

L'objectif du cours est de former des programmeurs compétents, capable d'exploiter les possibilités de la machine, on doit insister sur le fait que les étudiants doivent concevoir et tester leurs propres programmes.

### **II- Analyse Numérique**

#### **III- II-1 Résolution de l'équation $F(x)=0$ (3 semaines).**

Méthodes des approximations successives-Méthode de Newton

- Méthodes de bipartition-Resolution des équations polynomiales : Schéma de Horner, Méthodes de Graephe, Bernouilli.

**II-3 Résolution des systèmes d'équations binaires (2 semaines).**

- Méthode des approximations successives Méthode de Newton-Raphson.

**II-4 Calcul Numérique des valeurs et vecteurs propres (4 semaines).**

- Calcul des valeurs propres à partir du polynôme caractéristique ( méthode de Le verrier, méthode de Krylov).
- Réduction à des matrices particuliers= Jacoli, Danilevski LancZos.

**II-5 Interpolation (2 semaines)**

- Méthode de Lagrange- Méthode d'interpolation de Newton-Erreur d'interpolation. Les fonctions splines cubiques.

**II-6 Approximation de fonction (3 semaines)**

- Méthode d'approximation et moyenne quadratique.
- Systèmes orthogonaux ou pseudo-Orthogonaux.
- Approximation par des polynômes orthogonaux (Legendre, Laguerre, Hermite, Tchebychev). Approximation trigonométrique.

**II-7 Intégration numérique (3 semaines).**

- Méthode d'intégration de Newton-cotes- Méthode de Gansc
- Méthode de Tchebychev- Méthode d'Euler.

**II-8 Dérivation numérique (1 semaine).**

**II-9 Equations différentielles à conditions initiales (3 semaines).**

- Problème de Cauchy. Méthode à un pas : Méthode de Runge- Kutta

**II-10 Equations Différentielles avec conditions aux limites (2 semaines).**

**II-11 Equations aux dérivées partielles (2 Semaines).**

- Définitions et classification des E.D.P binaires du 2<sup>eme</sup> ordre.
- Méthodes des différences finies.

## Méthodologie 5 :

- Conductivité thermique et électrique des métaux
- Effet Joule-Thomson
- Théorie des gaz, loi de distribution des vitesses de maxwell.
- Représentation et analyse de spectre de raies atomiques (spectre de raies et de divers gaz, décalage des isotopes des raies de Balmer, structure fine et spectre pour un électron atomique ,spectre à deux électron par le spectromètre à prisme).
- Cristallographie (construction de réseaux cristallins, analyse de clichés obtenus par diffractions de rayons X, cristallisation).
- Déformation d'un matériau (déformation élastique et plastique, module de Young, coefficient de Poisson, hystérésis mécanique).
- Effet hall (zone entre bandes, conductivité spécifique, type de porteur de charge, mobilité des porteurs, effets Hall normaux et anormaux).
- Propriétés magnétiques des substances (substances diamagnétiques, paramagnétiques, ferromagnétique, dans un champs magnétique non homogène, courbe de première aimantation, cycle d'hystérésis, susceptibilité magnétique, résolutions de Quincke).
- Diffraction d'une onde électronique mesure de la distance entre les plans réticulaires.
- Résonance du spin électronique.
- Effet Zeeman.
- Fluorescence de rayons X.
- Pénétration et absorption de rayon .
- Effet Compton.
- Expérience de Rutherford .

- Spectroscopieβ.
- Spectroscopie  $\gamma$  (coefficient d'absorption en fonction de l'énergie).

## Semestre 6

### UNITE FONDAMENTALE 6

#### Physique 11 : Physique du Solide II (2C, 1TD)

##### Chapitre I : Les conséquences de la symétrie cristalline

- Zone de Brillouin (généralité)
- Zone de Brillouin réduite
- Symétrie de l'énergie
- Masse effective
- Densité d'état

##### Chapitre II : Structure électronique des matériaux

- Approximation de Born – Oppenheimer
- Distribution de Fermi – Dirac
- Propriétés physiques d'un gaz d'électron

##### Chapitre III : Equation de Schrödinger pour un électron libre

- Solution de l'équation, l'énergie de l'électron libre
- Fonction d'onde, C.A.L . fixe et périodique
- Densité d'état électronique
- Niveau de Fermi

##### Chapitre IV : Dynamique des électrons dans les cristaux

- Approximation semi classique
- Equation de Boltzmann en régime permanent

##### Chapitre V : Définition des particules

- Trou
- Exiton
- Polaron

#### Physique 12 : PROPRIETES DES SOLIDES (2C, 1TD)

##### I - Propriétés électriques

###### 1.1 – Modèle de l'électron libre

- Introduction
- Loi d'ohm et temps de relaxation, temps de collision et libre parcours moyen
- Niveau 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
- 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
- Phénomènes électriques intervenant au contact entre métaux

###### 2.2 – 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 trous

- Conduction des électrons et des trous
- Effet Hall dans un semi - conducteur

## II- Les diélectriques

- Introduction
- Rappel d'électrostatique
- Polarisation électronique , ionique et d'orientation sous champ électrique constant
- Ferroélectricité : théorie dipolaire
- Constante diélectrique complexe et pertes diélectriques
- Indice de réfraction et séparation des polarisations ionique et électronique

## III – Propriétés optiques

- Spectre d'absorption de la lumière
- Absorption de la lumière par les porteurs de charges libres
- Résonance du cyclotron
- Réflectivité
- Absorption interbandes de la lumière
- Excitons
- Photoconductivité

## V – Propriétés magnétiques

- Rappel sur les moments magnétiques
- Diamagnétisme : théorie classique
- Paramagnétisme de Langevin
- Ferromagnétisme (champ moléculaire )
- AntiFerromagnétisme
- Ferrimagnétisme
- Résonance magnétique

## Physique 13 : Spectroscopie instrumentale (1C, 1TD)

### 1. GENERALITES

- 1.1 DOMAINE SPECTRAL
- 1.2 LES APPAREILS A FENTES CLASSIQUES

### 2. RELATIONS IMPORTANTES

La luminosité

La résolution

Le facteur de qualité

L'étendue géométrique du faisceau :  $d^2E = dS \cdot \cos Q \cdot dW = \text{cste}$

avec  $dS$  : élément de surface lumineux ,  $Q$  : angle entre  $n$  et la direction d'observation ,  $W$  : angle solide .

### 3. ANALYSE DES DIFFERENTS COMPOSANTS

- 3.1 LA FENTE
- 3.2 LE COLLIMATEUR
- 3.3 LE DISPERSER
- 3.3.1 LE PRISME
- 3.3.2 LE RESEAU
- 3.4 L'OBJECTIF DE CHAMBRE
- 3.5 LE DETECTEUR
- 3.5.1 PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE
- 3.5.2 CELLULES PHOTOELECTRIQUES
- 3.5.3 DETECTEURS INFRA-ROUGES
- 3.5.4 GENERALITES SUR LES MESURES

### 4. LES REALISATIONS

- 4.1 LE MONOCHROMATEUR OU SPECTROSCOPE
- 4.2 LE SPECTROMETRE SOUS VIDE
- 4.3 LE SPECTROPHOTOMETRE UV-VISIBLE OU IR
- 4.4 L'ABSORPTION ATOMIQUE

- 4.4.1 SCHEMA GENERAL
- 4.4.2 SOURCE CATHODE CREUSE
- 4.4.3 CHOPPER
- 4.4.4 BRULEUR OU FOUR
- 4.4.5 MONOCHROMATEUR AVEC DETECTEUR
- 4.4.6 PRINCIPE DE LA MESURE
- 4.5 ETUDE DES CAUSES PERTURBATRICES - CORRECTIONS
- 4.6 UTILISATION EN PHOTOMETRIE DE FLAMME
- 5. REALISATIONS NE COMPORTANT PAS DE SPECTROMETRE**
- 5.1 LA FLUORESCENCE LASER

## **ANNEXE**

### **ETUDE DE LA DIFFRACTION DE LA LUMIERE –RESEAU**

1. INTRODUCTION
2. DIFFRACTION PAR UNE FENTE
3. DIFFRACTION PAR UN TROU RECTANGULAIRE
4. RESOLUTION
5. DIFFRACTION DES RESEAUX

### **SPECTROSCOPIE INTERFERENTIELLE - LES APPAREILS A TRANSFORMEE DE FOURIER**

1. GENERALITES
2. PRINCIPE
3. APODISATION
4. PROTOCOLE EXPERIMENTAL
5. CARACTERISTIQUES DES APPAREILS A TF

## **Physique 14 : Physique nucléaire**

### **Chapitre I : Introduction (01 semaine)**

- Noyau atomique : aspects généraux et fiche signalétique
- Unités utilisées en physique nucléaire

### **Chapitre II : Propriétés général des collisions (02 semaines)**

- Etude classique
- Etude relative
- Etude quantique
- Diffusion coulombienne

### **Chapitre III : Radioactivité (02 semaines)**

- Loi de désintégration universelle
- Aspects énergétiques des radioactivités  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$
- Radioactivité naturelle
- Utilisation des radio isotopes

### **Chapitre IV : Propriétés général du noyau atomique (02 semaines)**

- Rayon nucléaire
- Masse et énergie de liaison
- Stabilité du noyau atomique
- Moment dipolaire et quadripolaire électrique
- Moment magnétique et spin nucléaire
- Etude du deutéron

### **Chapitre V : Modèles du noyau atomique (02 semaines)**

- Modèle de la goutte liquide
- Modèle en couches

### **Chapitre VI : Réaction nucléaires (02 semaines)**

- Cinématique
- Mécanismes des réactions nucléaires
- Fission nucléaire
- Fusion nucléaire

**Chapitre VII : Energie nucléaire (01 semaine)**

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

**Chapitre VIII : Radio protection (01 semaine)**

- Détection des rayonnements nucléaires
- Effets biologiques des rayonnements
- Dosimétrie

**UECG 6 (1C/ semaine)**

Un module parmi :

- 1- Procédés Scientifiques et didactiques
- 2- Langue

**Méthodologie 6 :**

Les TP sont assurés sous formes de stage. Le programme de diverses unités d'enseignements rentrant dans la licence de Physique – Chimie et sur les 13 semaines du semestre (13 TP x 4h = 52h).

**UNITE FONDAMENTALE OPTIONELLE**

Une option (la deuxième est en cours d'élaboration) :  
Optoélectronique.

**Physique 15 Optoélectronique**

- I-** Rappels sur les interactions matière- rayonnement (Résonances optiques, Forces, d'oscillateurs, ... etc.),
- II-** Sources classiques: lampes à incandescences, lampes à décharges,
- III-** Sources modernes: diodes électroluminescentes, diodes laser,
- IV-** Sources de rayonnement cohérent (laser)
  - Oscillateurs laser: principe de fonctionnement (milieu actif, pompage, inversion de population, cavité résonante, modes d'oscillations, condition d'oscillation, perte, gain, rendement, ... etc.),
  - Différents types de laser (solides diélectriques dopés, gaz, liquides, semi-conducteurs),
- V-** Détecteurs de rayonnements optiques
  - Cellules photoélectriques
  - Photomultiplicateurs,
  - Photodiodes (PN, PIN, ... etc.),
- VI -** Transmission guidée
  - Fibre optique, modes de propagation, état de polarisation des modes, biréfringence induites dans les fibres optiques, ...etc,
  - Propagation des impulsions optiques dans les fibres optiques (équation non linéaire de Schrödinger): phénomènes linéaires (atténuation, dispersion chromatique, dispersion de modes de polarisation, ... etc), phénomènes non linéaires (Effet Kerr, auto modulation de phase, modulation croisée, effet Brillouin et Raman, etc.),
  - Amplificateurs à fibres dopées Erbium, amplificateur à effet Raman,
- VII –** Modulation optique
  - Effet électro-optique,

- Déphaseurs, rotateurs, isolateurs, filtres spectraux, multiplexeurs, démultiplexeurs,
- Modulation de phase, d'amplitude, de fréquence,
- Couplage source-guide-récepteur,

VIII- Applications: systèmes de transmissions optiques modernes (Internet).