

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Comité Pédagogique National du
Domaine
Sciences de la Matière (CPND-SM)**

**Référentiels L2
pour les filières Physique & Chimie**

30 avril 2018

Domaine « Sciences de la Matière » ; Filière « Physique »

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières		Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			VHS (15 semaines)	Autre*	Mode d'évaluation		
	Code	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen	
UE Fondamental Code : UEF12 Crédits : 20 Coefficient : 10	F121	Séries & Equations Différentielles	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	33%	67%	
	F122	Mécanique Analytique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	33%	67%	
	F123	Vibrations & Ondes	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	33%	67%	
	F124	Optique Géométrique & Physique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	33%	67%	
UE Méthodologie Code : UEM12 Crédits : 7 Coefficient : 4	M121	TP Vibrations & Ondes	2	1			1h30	22h30	27h30	50%	50%	
	M122	TP Optique Géométrique & Physique	2	1			1h30	22h30	27h30	50%	50%	
	M123	1h30 Cours + 1h30 TD ou TP/semaine										
UE Découverte Code : UED12 Crédits : 2 Coefficient : 2	Une matière à choisir parmi :		2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	33%	67%	
	D121	Probabilités & Statistiques										
		Cristallographie physique										
		Histoire de la Physique										
Chimie Minérale												
UE Transversal Code : UET12 Crédits : 1 Coefficient : 1	T121	Anglais 3	1	1	1h00			15h00	10h00		100%	
Total Semestre 3			30	17	13h00	07h30	04h30	375h00	375h			

Autre* : travail complémentaire en consultation semestrielle

Domaine « Sciences de la Matière » ; Filière « Physique »

Semestre 4

Unité d'enseignement	Matières		Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			VHS (15 semaines)	Autre*	Mode d'évaluation		
	Code	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen	
UE Fondamental Code : UEF22 Crédits : 18 Coefficient : 9	F221	Thermodynamique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	33%	67%	
	F222	Fonction de la Variable Complexe	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	33%	67%	
	F223	Mécanique Quantique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	33%	67%	
	F224	Electromagnétisme	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	33%	67%	
UE Méthodologie Code : UEM22 Crédits : 8 Coefficient : 5	M221	TP Thermodynamique	2	1			1h30	22h30	27h30	50%	50%	
	1h30 Cours + 1h30 TD ou TP/semaine											
	M222	Mécanique des Fluides	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	50%	50%	
	M223	Electronique Générale	3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	50%	50%	
UE Découverte Code : UED22 Crédits : 3 Coefficient : 2	Une matière à choisir parmi :		3	2	1h30	1h30		45h00	30h00	33%	67%	
	D221	Physique Atomique & Nucléaire										
		Notion d'Astronomie et d'Astrophysique										
		Spectroscopie										
	Techniques d'Analyse Physico-chimique											
UE Transversal Code : UET22 Crédits : 1 Coefficient : 1	T221	Anglais 4	1	1	1h00			15h00	10h00		100%	
Total Semestre 4			30	17	13h00	07h30	04h30	375h00	375h			

Autre* : travail complémentaire en consultation semestrielle

CONTENUS PEDAGOGIQUES DU L2 Physique/S3 & S4

Programmes des matières, Semestre 3

Unité d'Enseignement Fondamentale

UEF12 / F121

Séries & Equations Différentielles
(3h Cours+1h30' TD/ semaine) ; 67h30'/Semestre

Chapitre 1 : Intégrales simples et multiples : (2 semaines)

Rappels sur l'intégrale de Riemann et sur le calcul de primitives.

Intégrales doubles et triples.

Application au calcul d'aires, de volumes...

Chapitre 2 : Intégrale impropres : (2 semaines)

Intégrales de fonctions définies sur un intervalle non borné.

Intégrales de fonctions définies sur un intervalle borné, infinies à l'une des extrémités.

Chapitre 3 : Equations différentielles : (2 semaines)

Equations différentielles ordinaires du 1^{er} et du 2^{ème} ordre.

Éléments d'équations aux dérivées partielles.

Chapitre 4 : Séries : (3 semaines)

Séries numériques.

Suites et séries de fonctions

Séries entières, séries de Fourier

Chapitre 5 : Transformation de Laplace : (3 semaines)

Définition et propriétés.

Application à la résolution d'équations différentielles.

Chapitre 6 : Transformation de Fourier : (3 semaines)

Définition et propriétés.

Application à la résolution d'équations différentielles.

Quelques références bibliographiques :

- Elie BELORIZKY, *Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs*, EDP Sciences, Paris, (2007).
- Walter APPEL, *Mathématiques pour la physique et les physiciens!*, 4^{ème} Ed., H&K Edition, Paris, (2008).
- C. ASLANGUL, *Des mathématiques pour les sciences, Concepts, méthodes et techniques pour la modélisation*, De Boeck, Bruxelles (2011).
- C. ASLANGUL, *Des mathématiques pour les sciences*², Corrigés détaillés et commentés des exercices et problèmes, De Boeck, Bruxelles (2013).

UEF12 / F122

Mécanique Analytique
(3h Cours+1h30' TD/ semaine) ; 67h30'/Semestre

Chapitre 1 : Rappels de mécanique classique

Cinématique d'une particule. Dynamique d'une particule. Travail et énergie. Systèmes à N particules et forces extérieures. Degrés de liberté.

Chapitre 2 : Formalisme de Lagrange

Coordonnées généralisées. Variation fonctionnelle. Le Lagrangien. Coordonnées curvilignes. Contraintes holonomes et non holonomes.

Applications : Particule dans un champ gravitationnel, Particule liée à un ressort, problème à deux corps, le potentiel central.

Chapitre 3 : Formalisme de Hamilton

Transformation de Legendre. L'Hamiltonien. Variables canoniques et crochets de Poisson. Moments généralisés. Transformations canoniques. La méthode de Hamilton-Jacobi. L'espace des phases. Variables angle-action et fonction génératrice. Systèmes intégrables.

Chapitre 4 : Mouvement d'un solide indéformable

Degrés de liberté d'un solide. Energie cinétique. Axes principaux et tenseur d'inertie. Moment cinétique d'un solide. Approche vectorielle et équations d'Euler. Approche Lagrangienne et angles d'Euler. Toupie symétrique

Chapitre 5 : Mécanique Lagrangienne des milieux continus

Le passage à la limite continue. Théorie classique des champs. Equations d'Euler-Lagrange du champ.

Chapitre 6 : Théorème de Liouville. Equation de Hamilton-Jacobi.

Quelques références bibliographiques

- A. CHARLIER, A. BERARD, M. CHARLIER, *Mécanique Analytique - Du cours aux travaux dirigés*, Ed. Ellipses, (1989).
- LANDAU et LIFCHITZ, *Mécanique*, Editions Mir (Moscou) et Ellipses (Paris)
- BOUCIF, *Introduction à la mécanique analytique*, De Boeck, Bruxelles, (2012)
- TAYLOR, *Mécanique classique*, Ellipses, Paris, (2007)
- MARTIN-ROBINE, *Histoire du principe de moindre action*, Vuibert, Paris, (2006)
- GOLDSTEIN et al, *Classical mechanics*, 3rd Ed, Addison-Wesley (USA), (2001).

UEF12 / F123

Vibrations & Ondes

(1h30' Cours+1h30' TD/ semaine) ; 45h00/Semestre

Chapitre 1. Equations différentielles du second ordre à coefficients constants

1.1. Equation homogène : Régime fortement amorti , Régime critique , Régime pseudo-périodique.

1.2 Equation avec second membre : Solution générale, cas particuliers d'un second membre sinusoïdal.

Chapitre 2. Oscillations libres des systèmes à un degré de liberté

2.1 Oscillations non amorties : Oscillateur linéaire, équation différentielle de l'oscillateur harmonique simple, pulsation propre, énergie.

2.2 Oscillations libres des systèmes amortis à un degré de liberté. Cas particulier du frottement visqueux : Equation différentielle du mouvement, décrétement logarithmique, coefficient de qualité.

Chapitre 3. Oscillations forcées des systèmes à un degré de liberté

3.1 Equation différentielle du système masse-ressort-amortisseur en oscillation forcée : 3.2 Cas particulier du régime permanent sinusoïdal. Impédance mécanique. Puissance. Résonance. Bande passante. Coefficient de qualité.

Chapitre 4. Oscillations libres des systèmes à deux degrés de liberté

4. 1 Système masses-ressorts en translation : Equations différentielles du mouvement. Notion de

couplage. Pulsations propres. Modes propres. Phénomène de battement.

4.2. Pendules couplés

Chapitre 5. Généralités sur les phénomènes de propagation

5.1 Propagation à une dimension : Equation de propagation, Solution de l'équation de propagation, onde progressive sinusoïdale, longueur d'onde, nombre d'onde.

5.2 Modèle de la chaîne linéaire

Chapitre 6. Cordes vibrantes

6.1 Equation des ondes des cordes vibrantes, ondes progressives harmoniques , force en un point, impédance.

6.2 Réflexion et transmission.

6.3 Oscillations libres et forcées d'une corde de longueur finie.

Chapitre 7. Ondes acoustiques dans les fluides

7.1 Equation de propagation des ondes acoustiques dans les fluides, vitesse du son.

7.2 Onde progressive sinusoïdale : pression acoustique, impédance acoustique , énergie acoustique , intensité acoustique.

7.3 Réflexion-Transmission des ondes acoustiques en incidence normale.

Quelques références bibliographiques :

- T. BECHERRAWY, *Vibrations et Ondes*, Tomes 1-4, Ed. Hermes-Lavoisier, (2010).
- H. DJELOUAH , *Vibrations & ondes - Cours et exercices corrigés*, (Ed. Pages Bleues, 2017).
- J. BRUNEAUX, *Vibrations et Ondes*, Ed. Marketing, (2010).
- GEORGES C. KING, *Vibrations and waves*, (A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2008).
- S.S. RAO, *Mechanical Vibrations*, (University of Miami, Prentice Hall, 2011).
- S. GRAHAM KELLY , *Theory and problems of mechanical vibrations* (Shaum's outline, 1996).

UEF12 / F124

Optique Géométrique & Physique

(1h30' Cours+1h30' TD/ semaine) ; 45h00/Semestre

Chapitre 1 : Optique géométrique

1.1- Principes et lois de l'optique géométrique

1.2- Notions de réfringence

1.3- Lois de Snell-Descartes, principe de Fermat et construction de Huygens

1.4- Miroirs sphériques et miroirs plans: formule de position et construction d'images

1.5- Dioptré plan et dioptré sphérique: formule de conjugaison, grandissement, notions de stigmatisme et construction d'images

1.6- Prisme : formules, déviation et dispersion

1.7- Lentilles minces : formules de position et construction d'images

1.8- Instruments optiques : œil, loupe, microscope,...

Chapitre 2 : Optique ondulatoire

2.1- Généralités

2.2- Principe de superposition de deux ondes monochromatiques de même fréquence

2.3- Conditions d'interférence : Notion de cohérence

- 2.4- Interférences de deux ondes cohérentes
- 2.5- Interférences à ondes multiples : Interféromètres de Michelson et de Pérot-Fabry
- 2.6- Interférences en lumière polychromatique

Chapitre 3 : Diffraction et ses Applications

- 3.1- Diffraction de Fresnel et diffraction de Fraunhofer
- 3.2- Diffraction par une ouverture rectangulaire et diffraction par une ouverture circulaire

Chapitre 4 : Polarisation

- 4.1- Transversalité des ondes
- 4.2- Structure d'une onde polarisée rectilignement
- 4.3- Réflexion et réfraction par les corps isotropes transparents

Chapitre 5 : Lasers et ses applications

Quelques références bibliographiques :

- D. FIEL & P. COLIN, *Optique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Ellipses, (1999)
- J-P. PEREZ, *Optique - Fondements et Applications avec 250 exercices et problèmes résolus*, Ed. Dunod, (2004)
- F. WELL, *Optique Physique - Cours : Propagation de la lumière*, Ed. Ellipses, (2005)
- T. BECHERRAWY, *Optique Géométrique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Deboeck, (2006)
- E. AMZALLAG, *La Physique en Fac - Optique - Cours et exercices corrigés*, Ed. Dunod, (2006)
- R. TAILLET, *Optique Physique - Interférences, Diffraction, Holographie - Cours et exercices corrigés*, Ed. Deboeck, (2006).
- H.GAGNAIRE, *Optique géométrique et physique*, Ed. Casteilla, (2011).

Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM12)

UEM12 / M121

TP Vibrations & Ondes

(1h30' TP/ sem. ou 3h TP/15j) ; 22h30'/Semestre

5 TP au choix, la liste des TP n'est pas exhaustive et elle dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement

- 1- Oscillations transversales des cordes vibrantes.
- 2- Systèmes électromécaniques (le haut-parleur électrodynamique).
- 3- Oscillations amorties (circuit RLC en oscillations libres et forcées).
- 4- Oscillations couplées: étude des battements.
- 5- Oscillations couplées: étude des fréquences propres.
- 6- Propagation d'ondes longitudinale dans un fluide.
- 7- Cuve rhéographique
- 8- Tube de KUNDT.
- 9- Phénomènes d'induction

UEM12 / M122

TP Optique Géométrique & Physique
(1h30' TP/ sem. ou 3h TP/15j) ; 22h30'/Semestre

5 TP au choix, la liste des TP n'est pas exhaustive et elle dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement

- 1- Introduction: les différentes sources et détecteurs de lumière.
- 2- Réflexion (miroir plan, miroir sphérique) et réfraction (air/verre, verre/air).
- 3- Etude du prisme: déviation.
- 4- Etude du prisme: dispersion.
- 5- Etude du réseau: dispersion.
- 6- Spectroscopie à prisme, spectroscopie à réseau.
- 7- Focométrie (détermination de la focale d'une lentille).
- 8- Microscope.
- 9- Polarisation de la lumière (rectiligne, circulaire, elliptique).
- 10- Réflexion sur une lame d'une O.E.M. plane.
- 11- Spectrophotométrie (transmission de différents filtres optiques).
- 12- Interférométrie (détermination de la longueur d'onde, de l'indice d'une lame à face parallèle, de la vitesse).
- 13- Diffraction (fentes et réseaux: loi de Bragg, monochromateur).

UEM12 / M123

Méthodes Numériques et Programmation
(1h30' Cours + 1h30' TD ou TP/semaine) ;
45h00/Semestre

Chapitre 1. Initiation (ou rappel) de langages de programmation informatique

MATLAB et/ou MATHEMATICA et/ou FORTRAN et/ou C++,

Chapitre 2. Intégration numérique

2. 1 Méthode des Trapèzes
2. 2 Méthode de Simpson

Chapitre 3. Résolution numérique des équations non-linéaires

3. 1 Méthode de Bissection
3. 2 Méthode de Newton

Chapitre 4. Résolution numérique des équations différentielles ordinaires

4. 1 Méthode d'Euler
4. 2 Méthode de Runge-Kutta

Chapitre 5. Résolution numérique des systèmes d'équations linéaires

5. 1 Méthode de Gauss
5. 2 Méthode de Gauss-Seidel

Quelques références bibliographiques :

Pour MATLAB

- M. DJEBLI & H. DJELOUAH, *Initiation à MATLAB*, Office des Publications Universitaires OPU, (2013).
- R. DUKKIPATI, *MATLAB, an introduction with applications*, New Age International Publishers, India, (2010).
- B. HAHN and D. VALENTINE, *Essential MATLAB for engineers and scientist*, 3rd Ed., Elsevier Ltd, (2007)
- C. WOODFORD and C. Phillips, *Numerical methods with worked examples: MATLAB edition*, 2nd Ed. Springer Ltd, (2013).

Pour C et C++

- C. DELANNOY, *"C++ pour les programmeurs C"*, 6^{ème} Ed., Eyrolles, Paris, (2004).
- C. CASTEYDE, *"Cours de C/C++"*, Copyright, (2005).

Pour FORTRAN

- B. HAHN, "Introduction to Fortran 90 for scientists and engineers", Capetown University, South Africa, (1993).
- Ph. D'Anfray, "Fortran 77", Université Paris XIII, (1998).
- P. CORDE et A. FOUILLOUX, *Langage Fortran, Support de cours*, IDRIS, (2010).

Pour les méthodes numériques

- F. JEDRZEJEWski, *Introduction aux méthodes numériques*, 2^{ème} Ed., Springer-Verlag, France, (2005).
- E. HAIRER, *Introduction à l'analyse numérique*, université de Genève, (2001).
- J. HOFFMAN, *Numerical methods for engineers and scientists*, 2nd Ed, Marcel Dekker, USA, (2001).
- A. QUARTERONI, *Méthodes numériques, algorithmes, analyse et applications*, Springer-Verlag, Italie, (2004).

Unité d'Enseignement de Découverte (UED12)

UED12 (1 Matière au choix)

D121 : Probabilités & Statistiques

D122 : Cristallographie physique

D123 : Histoire de la Physique

D124 : Chimie Minérale

(1h30' Cours/ semaine) ; 22h30'/Semestre

Probabilités & Statistiques (D121)

Chapitre 1: Eléments de base en théorie des probabilités (2 semaines)

I. Historique et motivations (utilité des probabilités en physique)

II. Axiomatique de base.

1. Espace probabilisé. Univers, tribu, probabilités, probabilités conditionnelles.
2. Variables aléatoires. Définitions. Lois usuelles. Entropie. Fonctions de variables aléatoires. Systèmes de variables aléatoires. Espérance conditionnelle.

Chapitre 2: Convergences et théorèmes limites (2 semaines)

1. Un exemple : "Variations autour du tirage à pile ou face".
2. Convergences. Loi des grands nombres (forte et faible). Théorème central limite.
3. Inégalités fondamentales. Tchebychev, Jensen, Hölder.
4. Grandes déviations. Liens avec la limite thermodynamique en physique statistique.

Chapitre 3: Analyse des séries statistiques (3 semaines)

1. Séries simples. Séries doubles.
2. Analyse de régression et corrélation: Régressions linéaire simple et multiple. Régression non-linéaire (Exponentielle, logarithmique, polynomiale).

Chapitre 4: Statistique inférentielle (4 semaines)

- 1- Estimation paramétrique
- 2- Tests statistiques (tests de corrélation, tests d'indépendance, tests d'ajustement, test de student, ANOVA).

Chapitre 5: Analyse des données (3 semaines)

- 1-Analyse en composantes principales (ACP).
- 2- Analyse factorielle discriminante (AFD).
- 3-Analyse de classification (hiérarchique, automatique).

Quelques références bibliographiques

- FEMENIAS: *Probabilités et statistiques pour les sciences physiques : Cours et exercices corrigés*, Dunod, Paris, (2003).
- SAPORTA, *Probabilités, Analyse des Données et Statistique*, 3^{ème} Ed, Technip, Paris, (2011).
- ESCOUBES, *Probabilités et statistiques à l'usage des physiciens*, Ed. Ellipses, Paris, (1998).
- W. APPEL, *Probabilités pour les non probabilistes*, H&K Edition, Paris, (2013).

Histoire de la Physique (D122)

1- La physique ancienne

Origine de la physique

La physique avant Aristote: Thales, Pythagore, Empédocle

Les atomistes : Leucippe, Démocrite...

La physique à l'époque d'Aristote : Théophraste, Straton, Épicure, Zénon

Ecole d'Alexandrie & la Physique : Euclide, Archimède, Eratosthène, Ptolémée

2- La contribution de la civilisation islamique à l'évolution de la physique

Contribution aux progrès de l'astronomie (al-Khawarizmi, Habash al Hasib, al-Battani, les frères Banou Moussa, al-Sufi, ibn Yunus et al-Biruni, al-Zarqali)

Contribution aux progrès de l'optique : al-Kindi, ibn Sahl, al Hazen

Contribution aux progrès de la mécanique : (al-Fārābī, al-Khāzinī, al-Jāzārī, al-Baghdādī, al-Rāzī, al-Ṭūsī)

Contribution aux progrès sur la constitution de la matière.

Contribution aux progrès du magnétisme.

3- La mécanique newtonienne et la théorie électromagnétique

Copernic, Kepler, Galilée, Newton

Le XVIII^e siècle : le triomphe de la mécanique : Christiaan Huygens, les frères Jacques et Jean Bernoulli, Leonhard Euler, Jean Le Rond d'Alembert, Louis de Lagrange

Le XIX^e siècle: l'électromagnétisme : François Arago, Hans Christian Oersted, Michael Faraday, James Clerk Maxwell

L'optique : d'une vision corpusculaire à une vision ondulatoire.

La crise autour de 1900.

4- La mécanique quantique

La constante de Planck

Schrödinger et son équation

Heisenberg et la relation d'incertitude

Pauli et le principe d'exclusion

L'atome de Bohr

Dirac et ses contributions à la physique quantique

5- La théorie de la relativité

La théorie de la relativité restreinte

L'équivalence masse-énergie

Application : énergie nucléaire (fission, fusion)

La théorie de la relativité générale

La courbure de l'espace-temps

Application : Expansion de l'univers, modèle standard de la cosmologie

Quelques références bibliographiques

- J. ROSMORDUC, *Une histoire de la physique et de la chimie*, Le Seuil, coll. « Points Sciences », (1985).
- A. DJEBBAR et J. ROSMORDUC, *Une histoire de la science arabe : Introduction à la connaissance du patrimoine scientifique des pays d'islam*, Le Seuil, coll. « Points Sciences », (2001).
- G. E.R. LLOYD, *Une histoire de la science grecque*, La Découverte, coll. « Points Science », 1990 (1974)
- R. TATON, *Histoire générale des sciences*, PUF Quadrige, (1983).

- M. BIEZUNSKI, *Histoire de la physique moderne*, la Découverte. (1993)
- R. LOCQUENEUX, *Histoire de la physique*, P.U.F. Que sais-je? n°421, (1987)
- M. PATY, *La physique du XXe siècle*, Vuibert, (1996).

Cristallographie physique (D123)

I – GENERALITES

Définition de l'état cristallin.

Réseaux : définitions : Rangée et plan réticulaire. Mailles représentatives. Motif. Indices de Miller.

Réseau réciproque : Définition : Quelques propriétés et relations avec grandeur du réseau direct. Distance inter réticulaire

II – SYMETRIE DES FIGURES FINIES

Opérations de symétrie : Inversion, Rotation, Réflexion, Inversion rotatoire, Réflexion rotatoire. Notions de points équivalents

III – SYMETRIE DES RESEAUX – RESEAUX DE BRAVAIS

Systèmes cristallins. Les différents modes de réseaux. Les quatorze réseaux de Bravais. Incompatibilité de certains ordres d'axes de rotation avec les réseaux. Quelques relations géométriques dans les réseaux

IV – METHODES EXPERIMENTALES DE LA DIFFRACTION

Conditions de diffraction. Loi de Bragg. Equation de Von Laue. Construction d'Ewald. Différentes méthode de diffraction : Méthode de Laue. Méthode de Debye-Scherrer. Méthode du cristal tournant. Méthode de Weissenberg. Diffractomètres automatiques

V – LIAISONS CHIMIQUES

Généralités sur les liaisons chimiques. Structures stables et énergie interne. Les différentes liaisons dans les cristaux : Forces d'attraction, i) Liaisons fortes – liaisons de valence, Liaison ionique. Liaison de covalence. Liaison métallique. Interaction ion-dipôle

ii) Liaisons faibles- Liaison de Van der Waals. Liaison par transfert de charge. Liaison hydrogène. Forces de répulsion

CHIMIE MINERALE (D124)

- Propriétés périodiques: blocs, périodes, groupes – Périodicité des propriétés physiques et chimiques, caractères des métaux, des non-métaux et des métalloïdes. Compléments sur l'état solide.

- Les métaux alcalins et alcalino-terreux, les métaux des groupes III a et IVa, les halogènes, l'oxygène et le soufre, l'azote et le phosphore.

- Les métaux de transition : propriétés, les composés de coordination, nomenclature, isomérisation, théories des orbitales hybrides, théorie du champ cristallin, théorie des orbitales moléculaires, propriétés magnétiques et couleurs. Les éléments des groupes IB, IIB, IIIB, VIIIIB, les terres rares.

- Equilibres en solution : Equilibres homogène et hétérogène. La constante d'équilibre. Les facteurs d'équilibre. Principe de Le CHATELIER. Notions générales sur les solutions.

- La solubilité. Paramètres influençant la solubilité. Aspect thermochimique de la solubilité. La dissociation ionique et la solvatation.

- Les solutions ioniques. Acides et Bases : La dissociation ionique (L'équilibre de dissociation (L'auto - ionisation de l'eau.) Produit ionique de l'eau. Généralité sur les acides et les bases (Définitions. Conséquences de la définition de BRONSTED. Forces des acides et des bases). Le pH des acides et des bases. La notion de pH. Calcul du pH d'un acide ou d'une base. Mesure du pH. Neutralisation d'un acide par une base. Force des acides et des bases. Propriété AcidoBasiques - Notion de pH

- Les sels en solution. Etude des sels peu solubles (Définitions. Solubilité de sels. Produits de solubilité. Déplacement de l'équilibre de solubilité).

- Oxydoréduction : Notion de degré d'oxydations – Réactions.

Unité d'Enseignement Transversal (UET12)

UET12 / T121
Anglais 3
(1h00 Cours/ semaine) ; 15h00/Semestre

Expression orale et écrite, communication et méthodologie en langue anglaise

Objectifs de l'enseignement : cette formation en anglais est dispensée en groupes de niveau. Deux buts sont poursuivis :

- l'acquisition d'une culture de langue scientifique et des bases de langage courant*
- une capacité aux techniques de l'exposé oral.*

Contenu de la matière :

Entraînement à la compréhension de documents écrits relatifs au domaine de la physique.

On tentera le plus possible d'associer l'enseignement des langues à la formation scientifique. Tous les supports seront utilisés

- Traduction de notices et publications ; Rédaction de résumés ; Bibliographie et exposés de projet.*

Programmes des matières, Semestre 4

Unité d'Enseignement Fondamentale

UEF22 / F221

Thermodynamique

(3h Cours+1h30' TD/ semaine) ; 67h30'/Semestre

Chapitre 1- Rappel des principes de la thermodynamique:

Rappel des notions de base: descriptions microscopique et macroscopique; travail, chaleur, énergie interne; principe de conservation de l'énergie ; définition de l'équilibre thermique. Rappel des principes de la thermodynamique.

Chapitre 2- Notions sur les modes de transferts thermiques:

Conduction, convection, rayonnement thermique.

Chapitre 3- Principe du maximum d'entropie:

Contraintes internes ; principe du maximum d'entropie ; variables thermodynamiques: température, pression, potentiel chimique, ... transformations quasi-statiques et réversibles ; travail maximum et machines thermiques.

Chapitre 4- Eléments de théorie cinétique et phénomènes irréversibles

section efficace, temps de vol, libre parcours moyen ; température, pression ; exemples de lois physiques irréversibles ; approximation du libre parcours moyen, conductibilité thermique, coefficient de diffusion.

Chapitre 5- Fonctions thermodynamiques

Choix des variables thermodynamiques ; potentiels thermodynamiques ; capacités calorifiques ; relation de Gibbs-Duhem.

Chapitre 6- Potentiel chimique

Relations fondamentales; coexistence de phases ; conditions d'équilibre à pression constante ; équilibre et stabilité à potentiel chimique fixé ; réactions chimiques.

Chapitre 7- Applications:

Machines thermiques: machines thermiques idéales; machines thermiques réelles; liquéfaction des gaz; techniques d'obtention des basses températures.

Transitions de phase d'une substance pure; transitions de phase d'un mélange; solutions diluées; équilibre chimique.

Thermodynamique des matériaux magnétiques: approche macroscopique; modèle microscopique et solution analytique.

Quelques références bibliographiques

- B. DIU et al, *Thermodynamique*, Editions Hermann, Paris, (2007).
- B. DIU et al, *Exercices et problèmes de thermodynamique*, Editions Hermann, Paris, (2010).
- J.P. PEREZ, *Thermodynamique: Fondements et applications, Exercices et problèmes*, Dunod, Paris, (2001).
- M. LE BELLAC et al, *Thermodynamique statistique*, Dunod, Paris, (2001).
- W. GREINER et al, *Thermodynamique et mécanique statistique*, Springer, Paris, (1999).

UEF22 / F222

Fonction de la Variable Complexe (1h30' Cours+1h30' TD/ semaine) ; 45h00'/Semestre

Chapitre 1 : Fonctions holomorphes

Le plan complexe - Fonction d'une variable complexe à valeurs complexes - Fonctions holomorphes et harmoniques - transformations holomorphiques - Primitive d'une fonction holomorphe.

Chapitre 2 : Fonctions élémentaires

Fonction homographique - Fonctions exponentielles, trigonométriques et hyperboliques - Fonction logarithme - Fonctions puissances - Fonctions trigonométriques et hyperboliques inverses.

Chapitre 3 : Théorèmes fondamentaux sur les fonctions holomorphes

Intégrale le long d'un chemin, d'un arc de courbe - Théorème de Cauchy - Primitives - Intégrale de Cauchy - Séries de Taylor- Etude des zéros - Prolongement analytique - Développement de Laurent - Points singuliers isolés.

Chapitre 4 : Théorèmes des résidus et applications au calcul d'intégrales

Théorème des Résidus - Intégrales de fractions rationnelles - Intégrales trigonométriques - Fonctions multiformes, formule des compléments - Résidu à l'infini.

Chapitre 5 : 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.

Quelques références bibliographiques

- SPIEGEL, *Variables complexes, Cours et problèmes*, Séries Schaum, Mac Graw Hill, (2000).
- Elie BELORIZKY, *Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs*, EDP Sciences, Paris, (2007).
- Walter APPEL, *Mathématiques pour la physique et les physiciens!*, 4^{ème} Ed., H&K Edition, Paris, (2008).
- C. ASLANGUL, *Des mathématiques pour les sciences, Concepts, méthodes et techniques pour la modélisation*, De Boeck, Bruxelles (2011).
- C. ASLANGUL, *Des mathématiques pour les sciences2*, Corrigés détaillés et commentés des exercices et problèmes, De Boeck, Bruxelles (2013).

UEF22 / F223

Mécanique Quantique (1h30' Cours+1h30' TD/ semaine) ; 45h00'/Semestre

Chapitre 1. Introduction aux phénomènes quantiques

Le rayonnement du corps noir et l'hypothèse de Planck. L'effet photoélectrique. L'effet Compton. L'hypothèse de de Broglie et la dualité onde-corpuscule. L'expérience de Franck & Hertz et la quantification de l'énergie.

Chapitre 2. La description des particules en mécanique quantique

La notion de fonction d'onde et la description probabiliste des systèmes physiques. Densité de probabilité de présence et condition de normalisation. Valeur moyenne et écart quadratique

moyen de la position et de l'impulsion. Mesure et incertitude sur la mesure de la position et de l'impulsion. Le principe d'incertitude d'Heisenberg.

Chapitre 3. L'équation de Schrödinger et étude de potentiels élémentaires à une dimension

L'équation de Schrödinger et ses propriétés. Forme des solutions stationnaires. Etude du cas de la particule libre enfermée dans une boîte de volume fini. Etude du puits de potentiel de profondeur infinie. Etude de la marche et de la barrière carrée de potentiel. Coefficients de réflexion et de transmission, effet tunnel.

Chapitre 4. Le formalisme mathématique de la mécanique quantique

Espace de Hilbert, espaces des fonctions d'onde, espace des états. Notation de Dirac, opérateurs linéaires, opérateurs hermétiques. Equations aux valeurs propres, observables, Ecco. Représentation x et p produit tensoriel d'espaces et d'opérateurs

Chapitre 5. 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'Ernest. Systèmes conservatifs, fréquence de Bohr. Relation d'incertitude temps-énergie

Quelques références bibliographiques

- C. COHEN-TANNOUJDI, B. Diu et F. Laloë, *Mécanique quantique*, Hermann, (1997).
- C. PIRON ; *Mécanique Quantique: Bases et Applications*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, (1998).
- L. LANDAU et E. LIFCHITZ, *Physique théorique, tome 3 : Mécanique quantique*, éd. MIR, Moscou, (1975).
- A. TELLEZ-ARENAS, *Mécanique quantique : Travaux dirigées*, Masson, (1976).
- R. OMNES ; *Les indispensables de la mécanique quantique*, Collection Sciences, Odile Jacob, (2006).

UEF22 / F224

Electromagnétisme

(1h30' Cours+1h30' TD/ semaine) ; 45h00/Semestre

Chapitre 1 : Outils mathématiques

Relations d'analyse vectorielle (Gradient, divergence, Rotationnel et Laplacien) en coordonnées cartésiennes, polaires, cylindriques et sphériques.

Définition et Propriétés de la distribution Delta de Dirac.

Chapitre 2 : Equations de Maxwell

Rappel des notions de base: Champ électrique, Champ magnétique, Potentiel scalaire V et

Potentiel vecteur A , Conditions de Lorentz. Force de Lorentz.

Equations de Maxwell

Chapitre 3 : Propagation des ondes électromagnétiques

Ondes planes en milieu infini : Ondes planes dans le vide. Propagation des ondes planes électromagnétiques dans les isolants, dans un milieu conducteur, dans les gaz ionisés à basse pression.

Réflexion et réfraction : Lois de réflexion et de réfraction. Equations de Fresnel. Angle de Brewster. Réflexion totale sur une interface entre deux isolants magnétiques. Réflexion et réfraction à la surface d'un bon conducteur. Réflexion d'une onde électromagnétique par un gaz ionisé.

Ondes guidées: Propagation en ligne droite, ligne coaxiale, guide d'ondes rectangulaires et creux.

Quelques références bibliographiques :

- J.-P. PEREZ, R. CARLES, R. FLECKINGER, *Electromagnétisme Fondements et Applications*, Ed. Dunod, (2011).
- H. DJELOUAH, *Electromagnétisme*, Offices des Publications Universitaires OPU, (2011).

Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM22)

UEM22 / M221

TP Thermodynamique

(1h30' TP/ sem. ou 3h TP/15j) ; 22h30/Semestre

5 TP au choix, la liste des TP n'est pas exhaustive et elle dépend de la disponibilité du matériel au niveau de l'établissement

1- **Loi des gaz parfaits : vérification de la de Boyle-Mariotte**

Matériels(*) : Tubes en verre gradués ($\varnothing = 1.5$ cm env.) avec robinet, tuyau souple, grande règle, mercure et supports.

2- **Mesure du coefficient $\gamma = C_p/C_v$: détermination par la méthode de Clément – Désormés**

Matériels : bonbonne avec robinet, tubes en verre ($\varnothing = 3-5$ mm), tubes souples, pompes à air, tubes en verre en U, chronomètre, mercure, grande règle graduée, robinets et supports.

3- **Dilatation thermiques des solides**

Matériels : Tubes (acier, laiton, cuivre, verre, ...) $L = 65$ cm et $\varnothing = 7$ mm, pyromètre à cadran, comparateur, thermomètres numériques, tuyau souple et thermostat de circulation de 30 à 100°C

4- **Calorimétrie : Mesurer les quantités de chaleur ou les transferts thermiques entre des corps différents en utilisant plusieurs types de calorimétrie (à glace, à résistance ...)**

Matériels : Vase Dewar avec couvercle, grenaille cuivre, plomb, verre ... (env. 100 g de chaque), thermomètres, balance, générateur de vapeur 220V/550W, bécher, calorimètre, ensemble chauffant avec couvercle et accessoires, bécher en aluminium, bec Bunsen, glace et supports.

5- **Détermination de la chaleur latente de vaporisation**

Matériels : Appareils pour déterminer les pressions de la vapeur d'eau (chaudière), un manomètre 60 atm, un thermomètre 0-250°C et un bruleur à gaz (bec Bunsen)

6- **Etalonnage d'un thermocouple (mesure de son pouvoir thermoélectrique)**

Matériels : Fils (cuivre et constantin, deux béchers, thermomètres (0-100°C) Microvoltmètre numérique, un bruleur à gaz, de la glace et une bougie.

7- **Propagation de la chaleur dans une barre cylindrique en métal**

Matériels : Tubes en métal = 1,5 m et $\varnothing = 2$ cm, Thermomètres numériques, chronomètre, four tubulaire et supports.

8- Transport de la chaleur : convection thermique

Matériels : Thermosiphon, Bec Bunsen, colorant en poudre et supports.

9- Isolation thermique

Matériels : Chambre calorifique avec accessoires.

10- Théorie cinétique des gaz : variation du volume des gaz en fonction de la pression à température constante (loi de Boyle-Mariotte).

(*) **A titre indicatif.**

UEM22 / M222

Mécanique des Fluides

(1h30' Cours + 1h30' TD ou TP / semaine) ;
45h00 / Semestre

Chapitre 1 : Généralités

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

Chapitre 2 : Statique des fluides

Equation générale de la statique des fluides. Cas particulier de l'hydrostatique. Forces de poussée d'Archimède. Statique des gaz.

Chapitre 3 : Cinématique des fluides

Repérage d'une particule fluide. Point de vue de Lagrange, point de vue d'Euler, dérivée particulaire. Lignes de courant, ligne d'émission, trajectoire. Tenseur des déformations lois de comportement. Cas d'un fluide newtonien. Ecoulements rotationnels et irrotationnels. Ecoulements plans à potentiel des vitesses : exemple classique.

Chapitre 4 : Dynamique des fluides parfaits

Théorèmes généraux. Equations fondamentales pour un fluide parfait. Equation de Bernoulli : applications. Etude des débitmètres (venture, tube de Pitot...).

Chapitre 5 : Dynamique des fluides visqueux

Equation intégrale du mouvement. Equation locale, équation de Navier-Stokes, applications. Résolution de quelques problèmes classiques instationnaires.

Chapitre 6 : introduction à la dynamique des gaz

Equation de barré de St-Venant. Ecoulement dans un convergent-divergent. Ecoulement supersonique, ondes de chocs.

Liste des T.P. MDF (Faire 5 TP selon matériel disponible)

1. Mise en évidence et mesure de la tension superficielle.
2. Poussée d'Archimède
3. Mesure de viscosité
4. Débitmétrie
5. Mesure de pression et de vitesse (tube de Pitot). Précision des manomètres
6. Ecoulement de Hagen-Poiseuille et Vidange d'un réservoir (Torricelli)
7. Pertes de charges régulières et vérification du théorème de Bernoulli
8. Pertes de charges singulières dans un élargissement et un rétrécissement coniques
9. Etude d'un rotamètre et déduction de la force de frottement sur le ludion (trainée)
10. Action d'un jet sur un obstacle plan (théorème de quantité de mouvement).

Quelques références bibliographiques

- S. CANDEL, *Mécanique des Fluides (tomes 1 et 2 cours et problèmes résolus*, Dunod, (1995).

- R.K. ZEYTOUNIAN, *Mécanique des fluides fondamentale*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. (1991)
- R. BENHAMOUDA, *Mécanique des fluides- (Cours et exercices corrigés)*, OPU, (2008)
- R.V. GILES, J.B. EVETT, C. LIU. *Mécanique des fluides et hydraulique*, McGraw-Hill, Paris, (1995)
- H. BROCHI, *Mécanique des fluides*, Ed. Université Nice Sophia-Antipolis, (2006).
- J. COIRIER, *Mécanique des milieux continus. Concepts de base*, Dunod, Paris, (1997).
- , *Mécanique des fluides et hydraulique (cours et problèmes)*, Série SCHAUM

UEM22 / M223

Electronique Générale

(1h30' Cours+1h30' TD/semaine) ; 45h00/Semestre

I – RÉSEAUX ÉLECTRIQUES (5 semaines)

1. **Courant continu** : Définition, générateurs de tension et de courant (idéal, réel), relations tensions – 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 Thevenin et Norton, réciprocity), équivalence entre Thevenin et Norton.
2. **Régime variable** : Circuits et signaux en régime variable, application du calcul variationnel (transformée de Laplace, exemple : impédance symbolique et circuits à un signal échelon ou à signal impulsion).
3. **Régime sinusoïdal** : représentation des signaux, notations complexes, impédance électriques, adaptation d'un générateur sinusoïdal. Méthodes d'analyse des réseaux en régime sinusoïdal et théorèmes fondamentaux, application aux circuits RC, RL.
4. **Étude des circuits résonnants série et parallèle, régime forcé** : réponses en fréquence, coefficients de qualité, bande passante, sélectivité, unités logarithmiques.
5. **Étude des circuits RLC en régime libre** : les différents régimes, conditions initiales. Circuits RC et RL (énergie maximale dans C et L).

II – QUADRIPOLES PASSIFS (6 semaines)

1. **Représentation d'un réseau passif par un quadripôle** : Les matrices d'un quadripôle, association de quadripôle. Grandeurs caractérisant le comportement d'un quadripôle dans un montage (impédance d'entrée et de sortie, gain en courant et en tension), application à l'adaptation.
2. **Quadripôles particuliers passifs** : En Γ , T, Π , etc. équivalence étoile – triangle. Filtrés 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). Représentation des fonctions de transfert (courbes de Bode). Transformateurs, circuits à couplage magnétique : Régime libre (battement) régime forcé (différents couplage et réponses en fréquence, bande passante).

III – DIODES (4 semaines)

Notions élémentaires de la physique des semi-conducteurs : semi-conducteurs intrinsèque et extrinsèque. Conduction, dopage, jonction pn, diagramme d'énergie.
 Constitution et fonctionnement d'une diode : Polarisation, caractéristique I(V), droite de charge statique, régime variable.
 Circuits à diodes : Redressement simple et double alternance, application à la stabilité de tension par la diode Zener, écrêtage. Autres types de diodes : varicap, DEL, photodiode.

Liste des T.P. Electronique 1 (Faire 5 TP selon matériel disponible)

- 1- Théorèmes fondamentaux (superposition, Thévenin, Norton).
- 2- Circuits en régime libre : Intégrateur et dérivateur
- 3- Quadripôles résistifs.

- 4- Filtres passifs: filtres en T, double T, influence de la charge, tracé de la courbe de réponse, diagramme de Bode pour les circuits du second ordre.
- 5- Filtres actifs.
- 6- Diode I (caractéristiques des diodes, redressement et filtrage).
- 7- Diode II (Diode Zeener, Stabilisation par diode Zeener, redressement double alternances par pont, écrêtage).

**Unité d'Enseignement de Découverte
(UED22)**

UED22 (1 Matière au choix)

- D221 : **Physique Atomique & Nucléaire**
 D222 : **Notion d'Astronomie et d'Astrophysique**
 D223 : **Spectroscopie**
 D224 : **Techniques d'Analyse Physico-Chimique**
 (1h30' Cours+1h30'TD/ semaine) ; 45h00/Semestre

Physique Atomique & Nucléaire (D221)

A- Physique atomique

Introduction

Chapitre 1. Dualité ondes – corpuscule

Propriétés ondulatoires de la matière. Fonction d'onde. Relations d'incertitude d'Heisenberg.

Chapitre 2. Introduction à la spectroscopie atomique

Spectres. Niveaux d'énergie

Chapitre 3. Atome d'hydrogène et atomes hydrogénoïdes

Théorie de Bohr. Théorie de Sommerfeld. Etude quantique

Chapitre 4. Atomes à plusieurs électrons

Chapitre 5. Spectroscopie atomique

Transitions radiatives. Emission spontanée. Emission induite

Chapitre 6. Rayons X

Loi de Mosley. Spectres

B- Physique nucléaire :

Chapitre 7. Concepts de base

Chapitre 8. Structure du noyau

Chapitre 9. Désintégration radioactive

Chapitre 10. Réactions nucléaires

Notion d'Astronomie et d'Astrophysique (D222)

Chapitre 1. Observation et mesure

Unités de mesure en astronomie. Evolution des instruments de mesure et d'observation.

Chapitre 2. Le système solaire

Systemes géocentrique de Ptolémée et héliocentrique de Copernic. Mesures de la masse, dimension et âge du soleil et des planètes. Atmosphères, champs magnétiques et compositions des planètes.

Chapitre 3. Les étoiles

Caractéristiques optiques: éclat, couleur, spectre. Evolution des étoiles : naissance, vie, mort et nucléosynthèse. Caractéristiques de notre galaxie : la voie lactée. Novae, supernova, pulsar et trous noirs.

Chapitre 4. La cosmologie

Les grandes structures de l'univers. Le fond diffus cosmologique et la théorie de l'expansion de l'univers. Le modèle cosmologique du Big-Bang.

Quelques références bibliographiques

- A. Acker, *Astronomie*, Masson, (1992)
- L. Botinelli et al. *La Terre et l'Univers*, Synapses, Hachette, (1993)
- J.Y. Daniel et coll., *Sciences de la Terre et de l'Univers*, Vuibert, (2000)
- T. Encrenaz et J.P. Bibring, *Le système solaire*, Interéditions CNRS, (1987)
- M. Lachièze-Rey, *Initiation à la cosmologie*, Dunod, (2000)
- E. Schatzman et F. Praderie, *Les étoiles*, Interéditions CNRS, (1990)
- D. Benest, *Les planètes*, Points Sciences Le Seuil, (1996)
- T. Encrenaz, *Le système solaire*, Dominos Flammarion, (1994)
- A. Blanchard, *Histoire et géographie de l'univers*, Belin (2000)
- M. Mayor et P.Y. Frei, *Les nouveaux mondes du cosmos*, Le Seuil, (2000)
- D. Proust et J. Breysacher, *Les étoiles*, Points Sciences, Le Seuil, (1996)
- D. Proust et C. Vanderriest, *Les galaxies*, Points Sciences, Le Seuil, (1997)

Spectroscopie (D223)

Chapitre 1 Dualité onde – corpuscule

Corps noir. Effet photoélectrique. Effet Compton. Ondes de de Broglie.

Chapitre 2 Le modèle planétaire

Atome d'Hydrogène (Bohr- Sommerfeld)

Chapitre 3 La spectroscopie atomique

Potentiel d'ionisation. Potentiel d'excitation. Etat excité de l'atome. Spectres atomiques. Principe de combinaison de Ritz. Largeurs de raie. Déplacement. Principe d'incertitude d'Heisenberg. Durée de vie.

Chapitre 4. Atomes à plusieurs électrons

Moments angulaires et remplissage des couches. Cas de l'atome d'Hélium. Cas de l'atome alcalin.

Chapitre 5. Absorption et émission induites

Effet Laser

Chapitre 6. Introduction à la physique moléculaire

Molécules diatomiques A-B. Rotation. Vibration. Couplage rotation-vibration.

Techniques d'Analyse Physico-chimique (D224)

Chapitre 1. Introduction aux méthodes spectrales : définition et généralités sur les spectres électromagnétiques.

Chapitre 2. Les lois d'absorption et application de la loi de BEER LAMBERT à la spectrophotométrie UV-Visible : principe. Différents domaines d'absorption. Différents chromophores. Application en analyse quantitative.

Chapitre 3. Spectrophotométrie d'absorption atomique : Principe et théorie. Instrumentation. Caractéristiques d'une flamme. Four d'atomisation. Interférences. applications.

Chapitre 4. Spectrométrie infrarouge : Présentation du spectre du moyen infrarouge. Origine des absorptions dans le moyen infrarouge. Bandes de vibration-rotation du moyen

infrarouge. Modèle simplifié des interactions vibrationnelles. Bandes caractéristiques des composés organiques. Instrumentation. Comparaison des spectres.

Chapitre 5. Spectroscopie de Résonance Magnétique Nucléaire : Généralités. Interaction spin/champ magnétique pour un noyau. Les noyaux qui peuvent être étudiés par RMN. Théorie de Bloch pour un noyau dont $I=1/2$. Le principe de l'obtention du spectre par R.M.N. La R.M.N. de l'hydrogène. Le déplacement chimique. Noyaux blindés et déblindés. Structure hyperfine. Couplage spin-spin.

Chapitre 6. Spectrométrie de masse :

Principe de la méthode. Déviation des ions – spectre de Bainbridge. Performance des spectromètres de masse. Les différents analyseurs

**Unité d'Enseignement Transversal
(UET22)**

UET22 / T221

Anglais 4

(1h00 Cours/ semaine) ; 15h00/Semestre

Cette unité est une continuité de l'unité : Expression orale et écrite, communication et méthodologie en langue anglaise du Semestre 3.

Les objectifs sont :

- *Participation active de l'étudiant à sa propre formation.*
 - *Initiation aux techniques de communications.*
 - *Initiation aux techniques de recherche bibliographique.*
 - *Apprendre à rédiger et exposer une étude donnée de culture générale.*
 - *Initiation aux techniques de recherche sur internet.*
-