

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Canevas de mise en conformité

OFFRE DE FORMATION L.M.D. LICENCE ACADEMIQUE 2014 - 2015

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCE DE LA MATIERE	Physique	Physique des Matériaux

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

Semestre 5 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)	180h00	7h30	4h30		219h00	8	16		
Mécanique quantique 2	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	33%	67%
Physique de solide 1	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	33%	67%
UEF2(O/P)									
Physique statistique	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE méthodologie									
UEM1(O/P)	112h30	1h30	1h30	4h30	112h30	5	9		
Mathématique pour la Physique	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
TP Physique de solide 1	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
UEM2(O/P)									
Logiciel	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
Analyse numérique	45h00	1h30	1h30	Physique des particules	30h00	2	3	50%	50%
UE découverte									
UED1(O/P)	67h30	3h00	1h30		34h30	3	4		
Electronique des composants	45h00	1h30	1h30		23h00	2	2		100%
UED2(O/P)									
Relativité restreinte	22h30	1h30			11h30	1	2		100%
E transversales									
UET1(O/P)	15h00	1h00			10h00	1	1		
Anglais scientifique 1	15h00	1h00			10h00	1	1		100%
Total Semestre 5	375h00	13h00	7h30	4h30	375h00	17	30		

Semestre 6 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1(O/P)	225h00	9h00	6h00		275h00	10	20		
Physique de solide 2	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	33%	67%
Physique des semi-conducteurs	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	33%	67%
UEF2(O/P)									
Physique atomique	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
Propriétés des défauts	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
UE méthodologie									
UEM1(O/P)	67h30			4h30	82h30	3	6		
TP Physique de solide 2	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
Méthode d'analyse et caractérisation	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
TP physique des semi-conducteurs	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
UE découverte									
UED1(O/P)	67h30	3h00	1h30		7h30	3	3		
Didactique physique	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
UED2(O/P)									
Photopile solaire	45h00	1h30	1h30		5h00	2	2		100%
UE transversales									
UET1(O/P)	15h00	1h00			10h00	1	1		
Anglais scientifique 2	15h00	1h00			10h00	1	1		100%
Total Semestre 6	375h00	13h00	7h30	4h30	375h00	17	30		

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Mécanique Quantique II

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Approfondir les concepts de base et se familiariser avec les outils mathématiques de la mécanique quantique. Compléter sa connaissance des concepts de base de la mécanique quantique et les approfondir en les appliquant à des systèmes quantiques concrets. S'initier aux méthodes de calcul de la mécanique quantique.

Connaissances préalables recommandées :

Notions acquises en Mécanique Quantique I.

Contenu de la matière :

1. Moment cinétique et spin :

- Le moment cinétique J .
- Relations de commutations.
- Le moment angulaire L et les harmoniques sphériques.
- Le moment cinétique de spin S .
- Expérience de Stern et Gerlach.

2. Addition des moments cinétiques :

- Addition de 2 moments.
- Coefficient de Clebsch-Gordon.
- Symboles $3j$, théorème de Wigner- Eckart, symboles $6j$.

3. Mouvement d'une particule dans un champ central :

- Problème aux valeurs propres.
- Particule libre.
- Particule dans une boîte.
- Oscillateur harmonique à trois dimensions (isotrope et anisotrope).
- Particule libre en coordonnées sphériques.
- Résolution de l'équation de Schrödinger pour un potentiel coulombien.
- Atome d'hydrogène et les orbitales atomiques.

4. Méthodes d'approximation :

- Méthode des perturbations stationnaires.
- La méthode variationnelle.
- La méthode WKB.

5. Problèmes dépendant du temps

- Méthode des perturbations (cas d'une perturbation constante, cas d'une perturbation sinusoïdale, règle d'or de Fermi).
- Interaction atome-rayonnement.

Mode d'évaluation :

01 examen final et contrôle continu.

Références bibliographiques :

- [1] Mécanique quantique I et II, C. Cohen Tannoudji, Ed. Hermann.
- [2] Mécanique quantique, Tome I et II, A. Messiah, Ed. Dunod.
- [3] R. P. Feynman, Le Cours de physique de Feynman : Mécanique quantique, Inter Editions, Paris (1979), réédité par Dunod.
- [4] Principes de mécanique quantique, D. Blokhintsev, Ed. Mir.
- [5] Initiation à la physique quantique : la matière et ses phénomènes, V. Scarani, Vuibert.
- [6] La mécanique quantique : problèmes résolus Tome 1, V. M. Galitsky, EDP.
- [7] Mécanique quantique : Cours et exercices corrigés, Christophe Texier, édition Dunod.
- [8] Physique quantique : Michel Le Billac, 2nd édition, EDP.
- [9] Mécanique quantique : Cours et exercices corrigés, Yves Ayant Elie Belorizky 3^{ème} édition, Dunod.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique du solide I

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours donne les outils de base qui permettent de d'écrire la structure des matériaux cristallisés (mailles élémentaires, les motifs, les structures de base, ...). A partir de cette structure et de concepts simples, on construit des modèles représentatifs qui permettent d'expliquer les propriétés macroscopiques des solides réels.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de dynamique et de résolution d'équations différentielles de second ordre

Contenu de la matière :

1- Réseaux périodiques d'atomes :

- Le réseau cristallin
- Types réticulaires fondamentaux
- Structures cristallines simples
- Structures cristallines non-idéales
- Systèmes d'indices des plans cristallins.

2- Réseau réciproque et diffraction R-X :

- Diffraction d'une onde par un cristal
- Réseau réciproque
- Facteur de structure.

3- Liaison cristalline :

- Cristaux des gaz rares
- Cristaux ioniques
- Cristaux covalents
- Cristaux métalliques
- Cristaux à liaison Hydrogène.

4- Propriétés élastiques :

- Milieu isotrope, tenseur des déformations
- Tenseur des contraintes
- Loi de HOOKE
- Constante d'élasticité
- Module d'Young et coefficient de Poisson
- Milieu anisotrope : Constante d'élasticité, application à la définition de structures cristallines.

Mode d'évaluation :

01 examen final et contrôle continu.

Références bibliographiques :

- [1] Introduction à la physique des solides, C. Kittel (Dunod, 8ème édition).
- [2] Solid State Physics, N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Holt -Rinehar-Winston, (
- [3] Y. Quéré : Physique des Matériaux (Ellipses 1988).
- [4] Introductory Solid State Physics, H.P. Myers, Taylor and Francis (1990).
- [5] Introduction à la physique des solides, E. Mooser, P.P.U.R.
- [6] Initiation à la physique du solide : exercices commentés avec rappels de cours, J. Cazaux, Ed. Masson.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique statistique

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Permet de mettre en place les premiers concepts et outils de Physique statistique à l'équilibre. Il vise à décrire les propriétés macroscopiques et observables de la matière à partir de celles de leurs constituants élémentaires. En particulier, nous apporterons un point de vue original sur la thermodynamique.

Connaissances préalables recommandées :

Cours de thermodynamique, acquis en S4

Contenu de la matière :

1– Introduction aux méthodes statistiques :

- marche au hasard à une dimension
- valeurs moyennes et déviations standards

2 – Les diverses statistiques :

- indiscernabilité des particules
- répartition microscopique des particules et état macroscopique
- état d'équilibre
- loi de répartition de Bose Einstein
- loi de répartition de Fermi Dirac
- systèmes de dimension macroscopiques : espace des phases
- limite haute température : statistique corrigée de Maxwell Boltzmann

3– Gaz parfait de Maxwell-Boltzmann :

- Distribution des vitesses de Maxwell ; vitesse moyenne, vitesse la plus probable.
- Energie moyenne, capacité calorifique
- Pression cinétique
- Jets atomiques. Effusion de particules.
- Gaz moléculaires : effets des vibrations, des rotations, de l'excitation électronique des molécules

4 – Gaz parfaits de bosons :

- particules matérielles : comportement thermodynamique, condensation de Bose Einstein
- gaz de photons : densité spectrale, rayonnement du corps noir.

5 – Gaz parfaits de fermions :

- gaz de fermions à température nulle
- gaz de fermions à température non nulle mais basse.
- paramagnétisme de Pauli

Mode d'évaluation :

Examen final + contrôle continu

Références bibliographiques :

[1] Physique statistique. Volume 5, Berkeley, cours de physique.

[2] Physique statistique : Introduction, Christian Ngô et Hélène Ngô, 3^{ème} édition, Dunod.

[3] Physique statistique : Cours, exercices et problèmes corrigés niveau L3-M, Hung T. Diep, ellipses.

[4] Statistical Mechanics, 2nd Edition, R. K. Pathria, BH.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Mathématique pour la Physique

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours complète le cours de mathématiques des semestres précédents. Cependant, là nous allons directement appliquer ces apprentissages à des problèmes physiques posés dans les cours connexes.

Connaissances préalables recommandées :

Math1 + Math 2+ Math3+ Math4.

Contenu de la matière :

- Séries de Fourier.
- Transformations intégrales : Fourier, Laplace, Mellin.
- Espace de Hilbert
- Fonctions de carré sommables.
- Systèmes d'équations différentielles linéaires.
- E.D.P. linéaires du premier ordre.
- Problème de Sturm Liouville.
- Polynômes orthogonaux.
- Fonctions spéciales.

Mode d'évaluation :

Control continu+ examen final

Références bibliographiques :

[1] N. Piskounov. Ellipses Marketing 1998.

[2] V. Smirnov. Cours de mathématiques supérieures. Ed. Mir (Moscou) 1979

[3] Analyse de Fourier, Série Schaum.

[4] C. Tannoudji, Mécanique Quantique.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP Physique de solide 1

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

On réalise quelques manipulations pour comprendre et maîtriser quelques phénomènes spécifiques de la physique du solide.

Connaissances préalables recommandées :

Cristallographie, physique du solide

Contenu de la matière :

- Empilements
- Diffraction des rayons X
- Diffraction des électrons
- Essais mécaniques : Élastiques (Module de Young, Module de poisson,..)
- Microdureté

Mode d'évaluation :

Examen final + control continu

Références bibliographiques : (Livres et polycopiés, sites internet, etc)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Logiciel

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Le but de cette matière est l'utilisation de l'outil informatique pour résoudre ou simuler des problèmes de Physique avec un logiciel de calcul formel (Maple, ou Mathematica....) et de simulation numérique avec MatLab (ou Octave...). L'enseignement est organisé comme suit: une séance de trois heures qui comprend le cours dans la salle des machines (salle de TP) suivi de l'application sur machine.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalablement requises pour cette matière sont les connaissances de base en informatique

Contenu de la matière :

- Initiation à un langage formel (par exemple Maple, ou Mathematica,...)
- Bases de Programmation avec un langage formel.
- Algorithmes scientifiques (numériques, algébriques)
- Utilisation des solveurs.
- Initiation à un langage de simulation numérique (par exemple MatLab, ou Octave)
- Applications aux problèmes inspirés de physique.

Mode d'évaluation :

Examen final + control continu

Références bibliographiques : (Livres et polycopiés, sites internet, etc)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Analyse numérique

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce module qui relève des maths appliquées permet à l'étudiant de :

- Savoir aborder un problème physique soluble analytiquement d'un point de vue numérique.
- Aborder numériquement les problèmes insolubles analytiquement.

Contenu de la matière :

- Notions d'erreurs
- Approximation et Interpolation polynomiale
- Dérivations et intégration numériques
- Résolution des systèmes linéaires
- Calcul des valeurs et vecteurs propres
- Résolution d'équations et systèmes non linéaires
- Résolution numérique des équations différentielles ordinaires.

Mode d'évaluation :

- compte rendu des TP
- contrôle de TP final

Références bibliographiques :

[1] A. Gourdin et al : Méthodes numériques appliquées, Lavoisier, 1989.

[2] A. Ralston et al: A first course in numerical analysis, Grenoble ; 1991.

[3] M. Sibony et et J. Mardon ; Analyse numérique I : systèmes linéaires et non linéaires ; Hermann , 1982.

[4] M. Sibony ; Analyse numérique III : Itérations et approximations, Hermann, 1988.

[5] P. Lascaux et R. Theodor, Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur : Méthodes directes ; Tome 1 et 2, Masson ; 1994.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Biophysique

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cet enseignement doit permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances lui permettant de comprendre les lois, concepts, propriétés applicables aux agents physiques, et les éléments de physique technologique indispensables à l'imagerie médicale.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Radiation ionisantes : physique des rayons X

1. Rappels : électricité, électronique ; Structure de la matière ;
2. Production des rayons X et des faisceaux d'électrons ;
3. Transformations radioactives ; spectre électromagnétique ;
4. Détection des rayonnements ionisants ;
5. Propriétés générales des rayons X – rayons gamma, scintigraphie, SPECT PET, notion de demi-vie.
6. Interactions avec la matière ; composante environnementale ;
7. Biophysique sensorielle : vision, audition ;
8. Biophysique de la circulation.

Radioprotection et radiobiologie

9. Grandeurs et unités dosimétriques, distribution de la dose dans un faisceau de Rx ;
10. Radiobiologie, facteurs de risque,
11. Radioprotection ; Législation en radioprotection.

Mode d'évaluation : 100 % examen

Références bibliographiques : (Livres et photocopiés, sites internet, etc)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Physique des particules

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

C'est un bref aperçu sur les catégories de particules et les différents types d'interactions (avec les compléments théoriques spécifiques à la physique des particules élémentaires), et sur la structure des particules.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique Quantique

Contenu de la matière :

1. Introduction

- Rappel sur les différents types de collisions ; la réaction.
- Les données expérimentales (section efficace, distribution angulaire....)

2. Les différents types de particules et leurs spécificités

- Bosons de jauge
- Leptons
- Hadrons

3. Les différents types d'interactions

- Les quatre types, et leurs symétries associés : interaction gravitationnelle, interaction électromagnétique, interaction faible et interaction forte
- Les lois de conservation universelles ou spécifiques
- Unification des forces

4. Notion de spectroscopie hadronique : introduction au modèle des quarks, les symétries de saveur, de couleur.

5. Quelques exemples de processus : Les processus leptoniques, semi leptoniques, hadroniques.

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques :

- [1] Auger et al. (NEPAL), Voyage au cœur de la matière, Belin-C.N.R.S. éditions, Paris, 2002.
 - [2] G. Chanfray & G. Smadja, Les Particules et leurs symétries, Masson, Paris, 1997.
 - [3] Close, Asymétrie : la beauté du diable, EDP-Sciences, 2001.
 - [4] M. Cribier, M. Spiro & D Vignau, La Lumière des neutrinos, Seuil, Paris, 1995
- Etablissement : Université d'Oran Intitulé de la licence : Licence de Physique Année universitaire : 2013-2014 Page 116.
- [5] M. Crozon, Quand le ciel nous bombarde, Vuibert, Paris, 2005.
 - [6] B. Diu, Les Théories meurent aussi, Odile Jacob, Paris, 2008.
 - [7] M. Felden, Aux frontières de l'Univers, Ellipses, 2005.
 - [8] M. Jacob, Au cœur de la matière, Odile Jacob, Paris, 2001.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Electronique des composants

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Connaître les outils physiques nécessaires à la compréhension des phénomènes en jeu dans les composants électroniques, analogiques ou logiques.
- Prévoir ou expliquer le comportement de ces composants dans des montages en fonction des contraintes extérieures (la température notamment).
- Participer à la conception de dispositifs électroniques mettant en oeuvre des matériaux nouveaux.
- Acquérir une méthodologie de résolution de problème, de physique de composants.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Introduction à la physique des composants électroniques
- Conduction électrique dans les solides
- Composants passifs
- Composants actifs
- Composants optoélectroniques

Mode d'évaluation : 100 % Examen

Références bibliographiques :

- [1] Exercices corrigés d'électronique les composants semiconducteurs, BOITTIAUX B., TCC Doc LAVOISIER, 1993, ISBN.
- [2] Introduction à la Physique des matériaux conducteurs et semi-conducteurs, TEYSSIER J.L et BRUNET H., DUNOD Université, 1992, ISBN.
- [3] Physique de l'état solide, KITTEL C., DUNOD, 1983, ISBN.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Acoustique

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Traitement des nuisances sonores (réduction du bruit à la source, traitement des locaux...)

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1- Rappels sur les Oscillations et résonance

2- Le son et les sources sonores

- Nature des phénomènes sonores
- Les sons musicaux
- Génération des ondes, sources
- Les ondes ultrasonores

3- Propriétés de l'onde Acoustique

- Pression acoustique
- La cavitation
- Puissance et intensité
- Le décibel
- Décroissance géométrique et absorption
- Interférences
- Réflexion et transmission
- Diffraction et diffusion

4- Les ultrasons et le diagnostic médical

- Le faisceau ultrason
- Le coefficient d'atténuation
- Echographie
- Effet Doppler
- Mesure des vitesses de flux sanguin
- Densimétrie osseuse

5- Les ondes sonores dans la prospection et l'industrie

- La prospection sismique
- La détection sous-marine
- Recherche des défauts – le microscope acoustique
- La sonochimie
- La thermoacoustique

Mode d'évaluation : 100 % Examen

Références bibliographiques : (Livres et polycopiés, sites internet, etc)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Procédés didactiques

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Un accent tout particulier sera mis sur les cinq objectifs suivants :

1. S'initier aux pratiques d'enseignement et à l'exercice du métier d'enseignant.
2. Réfléchir sur les pratiques d'enseignement et leur contexte.
3. Concevoir, planifier et évaluer des pratiques d'enseignement et d'apprentissage.
4. Travailler en équipe et animer un groupe
5. Comprendre et analyser l'institution scolaire et ses acteurs.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de physique et des différents concepts et une maîtrise de la langue française.

Contenu de la matière :

1- Introduction :

- Définition, champs et objets
- Didactique et sciences humaines, didactique et pédagogie, didactique et psychologie, didactique et psychologie sociale, didactique et épistémologie.

2- Les concepts clés

- Le triangle didactique
- La transposition didactique
- Les conceptions / les représentations des élèves
- L'obstacle didactique et l'objectif-obstacle
- Le contrat didactique
- La séquence didactique / exemple de situation problème

3- Missions de l'enseignant :

4- Enseigner, expliquer, convaincre : comment aider les changements conceptuels des apprenants ? Outils et moyens utilisés.

5- Etude des situations didactiques.

6- Méthodologie de recherche en didactique : Recherche documentaire et bibliographique

7- Préparation d'un cours et sa présentation.

Mode d'évaluation :

01 examen final, contrôle continu, exposé et autres.

Références bibliographiques :

[1] Aster. Didactique et histoire des sciences, éditions INRP, 1986, n°5.

[2] VIENNOT, L Raisonner en physique, éditions De Boeck, 1996.

[3] Aster, Revue de didactique des sciences expérimentales, INRP, N°5, 1987, Didactique et histoire des sciences.

- [4] ASTOLFI, J.P. et PETERFALVI, B. Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, in Aster, éditions INRP, 1993, n°16, pp.100-110.
- [5] Robardet G. (1995). Didactique des sciences physiques et formation des maîtres : contribution à l'analyse d'un objet naissant. Thèse. Université Joseph Fourier, Grenoble.
- [6] HARLEN W. Enseigner les sciences, comment faire ? Le Pommier, 2004.
- [7] Develay M., Astolfi J.-P., La didactique des sciences, Paris, PUF, « Que sais-je 7 », N° 2448.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Relativité restreinte

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de familiariser l'étudiant avec la relativité restreinte ; une nouvelle mécanique déterminée par Einstein permettant ainsi de décrire le mouvement d'objets ayant des vitesses de l'ordre de la vitesse de la lumière.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1- Historique

- Rôles de l'éther : milieu de propagation des ondes E.M et repère absolu.
- Expériences de Michelson & Morley.

2- Cinématique relativiste

- Postulats. Transformation de Lorentz : Contraction des longueurs, dilatation du temps.
- Transformation des vitesses. Application : Aberration de la lumière. Univers de Minkowski. Cône de lumière. Quadrivecteurs. Temps propre.
- Applications : Effet Doppler relativiste.

3- Dynamique relativiste

- Rappels : dynamique newtonienne.
- Impulsion et Energie : Quadrivecteur Impulsion-Energie. Equations de la dynamique relativiste.
- Application au photon. Equivalence masse-énergie.
- Interactions entre particules. Effet Compton. Effet Cerenkov.

Mode d'évaluation : 100% Examen

Références bibliographiques :

- [1] Relativité restreinte - Bases et applications, Bernard Silvestre-Brac, Claude Semay, Ed. Dunod, 2010.
- [2] H. Lumbruso, Relativité, Problèmes résolus (1979), MATH SPE, NICE.
- [3] L. Landau et E. Lifchitz : Mécanique, Editions Mir (Moscou).

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Transversale

Matière : Anglais scientifique 1

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Amélioration constante de la qualité de l'expression, qu'elle soit écrite ou orale pour permettre aux étudiants d'utiliser l'anglais, que ce soit, dans les contacts entre collègues, pendant les réunions, les visites professionnelles à l'étranger, au téléphone, pour faire une présentation d'un produit, traduire une documentation ou des fiches techniques pendant leur vie professionnelle et/ou de suivre des cours ou des conférences données en anglais.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de terminologie, de grammaire, de construction de phrases et de rédaction acquises au cours des années précédentes.

Contenu de la matière :

1- Compréhension orale

- comprendre une conversation ou présentation simple à caractère technique
- comprendre des consignes à caractère technique
- comprendre des expressions mathématiques simples

2- Compréhension écrite

- lire un texte technique élémentaire
- repérer des informations dans un document technique simple
- comprendre des consignes techniques simples

3- Expression orale

- faire une présentation simple à caractère technique
- transmettre des informations à caractère scientifique et technique
- résumer ou reformuler un document technique oral élémentaire

4- Expression écrite

- rédiger un compte-rendu simple d'un document technique, oral ou écrit
- décrire un objet technique simple
- rédiger une notice technique simple

Mode d'évaluation :

1examen final, contrôle continu, exposé et autres.

Références bibliographiques : (Livres et photocopiés, sites internet, etc)

[1] Lire l'anglais scientifique et technique, Sally Bosworth, Bernard Marinier, 1990.

[2] Comprendre l'anglais scientifique & technique, Sally Bosworth, Catherine Ingrand, Robert Marret, 1992.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique du solide II

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'étude descriptive des propriétés électriques, magnétiques, optiques ou thermiques des solides, n'est pas possible, compte tenu du nombre élevé d'atomes par unité de volume. La physique du solide permet à partir de concepts simplifiés de construire des modèles représentatifs des solides réels.

Connaissances préalables recommandées :

Physique du solide I, thermodynamique statistique et mécanique quantique

Contenu de la matière :

1- Phonon I :

- Vibrations du réseau cristallin.
- Vibrations des atomes dans le cristal (Approximation harmonique)
- Modèle à une dimension (1D) d'un réseau cristallin monoatomique
- Modèle à une dimension (1D) d'un réseau cristallin biatomique
- Modes normaux du réseau de Bravais (3D) monoatomique - Modes normaux du réseau de Bravais (3D) multi atomiques - Quantification des vibrations du réseau cristallin.

2- Phonons II :

- Propriétés thermiques du réseau cristallin. Capacité calorifique phononique
- Modèle d'Einstein de la densité d'états
- Modèle de Debye de la densité d'états
- Dilatation thermique (approximation anharmonique)
- Conductivité thermique.

3- Gaz des électrons libres de Fermi :

- Gaz d'électrons libres niveaux énergétiques à une dimension. Conditions de quantification et niveau de Fermi
- Statistique des électrons : distribution de Fermi Dirac et effet de la température
- Gaz d'électrons libres à 2d et 3d -Capacités calorifiques.

4- Transport électronique classique et Modèle de Drude :

- Introduction
- Loi d'ohm et temps de relaxation, temps de collision et libre parcours moyen
- Diffusion des électrons et résistivité des métaux.

Mode d'évaluation :

01 examen final, contrôle continu et autres.

Références bibliographiques :

- [1] Introduction à la physique des solides, C. Kittel, Ed. Dunod, 8^{ème} édition.
- [2] Solid State Physics, N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Holt - Rinehar- Winston,
- [3] Physique des Matériaux, Y. Quéré, Ed. Ellipses, 1988.
- [4] Introductory Solid State Physics, H.P. Myers, Taylor and Francis, 1990.
- [5] Initiation à la physique du solide : exercices commentés avec rappels de cours, J. Cazaux, Ed. Masson.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique des semi-conducteurs

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours est destiné à expliquer le fonctionnement physique des composants électroniques qui ont été étudiés et mis en œuvre à l'occasion du cours et des TP d'électronique ; il décrit brièvement les éléments de la technologie de fabrication de ces composants et des circuits intégrés.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1- Définition des semi-conducteurs, définition par rapport à la conductivité

- Variation de la résistivité en fonction de la température - Définition par rapport aux bandes d'énergies.
- Les différentes formes du semi conducteurs
- Structure cristalline des semi-conducteurs
- Statistique Fermi-Dirac
- Semi conducteur intrinsèque, S-C non excité, ionisation thermique : génération de paires électrons-trous, diagramme de bandes d'énergie, hauteur de bande d'énergie, recombinaison, concentration des porteurs, loi d'action de masse. Semi conducteurs extrinsèques : type N et type P (concentration des porteurs + diagramme énergétique).
- Dopage successifs du S-C -Mécanisme du transport de charges, conduction, densité de courant de dérive, diffusion, densité de courant de diffusion.
- Relation d'EINSTEIN
- L'équation de continuité
- L'équation de Poisson
- Mécanisme de génération recombinaison, taux de génération recombinaison, durée de vie des porteurs, longueur de diffusion.

2- Techniques de dopage

- Diffusion thermique
- Implantation ionique.

3- Jonction PN

- Définition
- Différents types de jonctions
- Jonction PN à l'équilibre, description du phénomène, diagramme des bandes d'énergies, concentration des porteurs à l'équilibre, calcul du potentiel de diffusion, calcul du champ électrique $E_P(x)$ et $E_N(x)$, calcul du potentiel $V_P(x)$ et $V_N(x)$, épaisseur de la zone de transition, courant à l'équilibre

-Jonction PN polarisée, jonction PN polarisée en direct ou en inverse, diagramme des bandes d'énergie, concentration des porteurs (hors équilibre), courant à travers une jonction polarisée, densité de courant- Caractéristique I-V d'une jonction PN polarisée - Calcul des capacités (de transition, de diffusion ou de stockage)

-Jonction fortement polarisée en inverse, effet Zener, effet d'avalanche.

4- Quelques applications de la jonction PN, redressement, commutation

- Autres types de jonctions. Les cellules solaires, diode Schottky, photodiodes, diodes électroluminescentes, diodes lasers, introduction aux transistors.

Mode d'évaluation :

01 examen final, contrôle continu et autres.

Références bibliographiques :

[1]- Physique des semi-conducteurs et composants électroniques, H. Mathieu, Ed. DUNOD.

[2]- Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques problèmes résolus, H. Mathieu, Ed. DUNOD.

[3]- Composants à semi-conducteurs : de la physique du Solide aux transistors, O. Bonnaud, Ellipses.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Physique atomique

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours constitue une introduction à la physique atomique. La structure électronique des atomes ainsi que son implication dans les phénomènes d'absorption et d'émission de rayonnements électromagnétique sont abordés.

Connaissances préalables recommandées :

Cours de la mécanique quantique, Ondes, Optique et Électricité.

Contenu de la matière :

1- Dualité « matière - rayonnement » : Quantification de l'énergie.

2- Dualité « onde – corpuscule » : Propriétés ondulatoires de la matière

- expérience de Davisson et Germer

- expérience de Thomson. La fonction d'onde. Relations d'incertitude de Heisenberg.

3- Introduction à la spectroscopie atomique :

- Spectres. Niveaux d'énergie ; expérience de résonance optique.

- Expérience de Franck et Hertz.

4- Etude de l'atome d'hydrogène et des atomes hydrogénoïdes :

- Théorie de Bohr. Théorie de Sommerfeld. 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 fineffet Lamb - effet Zeeman complexe

- effet Paschen-Back.

5- Les atomes à plusieurs électrons :

6- Spectroscopie atomique :

- Les transitions radiatives

- émission spontanée

- émission induite

7- Les rayons X : Loi de Moseley. Spectres.

Mode d'évaluation :

01 examen final, contrôle continu et autres.

Références bibliographiques :

[1]- Physique Atomique, B. Held, OPU (1976).

[2]- The Physics of Atoms and Quanta, H. Haken & Hans C. Wolf, Springer-Verlag, 3rd Edition, (1993).

[3]- Physique atomique, B. Held, Ed. Masson..

[4]- Physique atomique 2. L'atome : un édifice quantique 2ème édition, B. Cagnac, Ed. DUNOD.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Propriétés des défauts

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Connaissance des principaux défauts dans les matériaux réels.
- Etre capable de lier propriétés et défauts dans les solides.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1- Physique du solide (structure de bandes, phonons)

2- Défauts intrinsèques

Défauts ponctuels, lacunes, interstitiels, défauts colorés ...

- a) Définition cristallographique, notions d'élasticité
- b) structure électronique des défauts colorés
- c) diffusion

Défauts étendus, dislocations, fautes, joints de grains, cavités ...

- a) définition cristallographique
- b) migration

3- Défauts extrinsèques

- Solutés, précipités

4-Influence de l'irradiation sur les populations de défauts

Mode d'évaluation : 100 % Examen

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP Physique de solide 2

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ces travaux pratiques est d'acquérir les connaissances de Physique de la matière condensée et de développer des méthodes et des connaissances sur l'obtention et le traitement des données expérimentales.

Connaissances préalables recommandées :

Le cours prérequis est la physique de solide.

Contenu de la matière :

- 1- Effet Hall dans les métaux
- 2- Effet Hall dans les semiconducteurs (Germanium)
- 3- Expansion thermique dans les solides
- 4- Capacité thermique des métaux
- 5- Hystérésis ferromagnétique.

Mode d'évaluation :

Compte rendu : 50% Examen : 50%

Références bibliographiques :(Livres et photocopiés, sites internet, etc):

[1]- HUNG-THE DIEP, Physique de la matière condensée (Cours, exercices et problèmes corrigés) Dunod.

[2]- C KITTEL, Introduction à la physique de l'état solide, tome 1 (cours et exercices non résolus).

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Méthode d'analyse et caractérisation

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

- Maîtrise de la structure quantique de la matière ; échelle atomique.
- Maîtrise des différentes méthodes spectrométriques utilisées dans le traitement de la structure atomique de la matière.

Connaissances préalables recommandées : Structure de la matière

Contenu de la matière :

1. Ellipsométrie optique

- Principes Polarisation de la lumière.
- Appareillage.
- Application à l'étude des couches minces spectroscopie (UPS).

2. Spectrométrie de masse

- principe
- Caractéristiques d'un spectromètre (optique, pouvoir de résolution)
- Application : analyse de masse, séparation isotopique, SIMS

3. Spectroscopie des rayons X

- Rappels sur la production et la détection des RX
- Applications : Radiographie, fluorescence X, cristallographie, XPS (i.e. ESCA)

4. Spectroscopie à électrons

- Microsonde à électrons (application à la métallurgie et la géologie)
- Diffraction électronique (LEED, RHEED, EBSD)
- Principe de la microscopie électronique (transmission et balayage)
- Microscopie à effet tunnel

5. Spectroscopie nucléaire

- Gammagraphie
- Activation neutronique
- Analyse par faisceaux (PIXE, RBS et RN)
- RMN - Imagerie

Mode d'évaluation : Examen : 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

[1] Peter William Atkins Elément de chimie physique. De Boeck université 1996.

[2] Dean's analytical chemistry handbook. McGraw-Hill 2004.

[3] P. Barchewitz. Spectroscopie atomique et moléculaire. Masson et Cie-Editeurs 1970.

[4] Donald L. Pavia and al. Introduction to spectroscopy. Thomson Learning; Inc 2001. Peter Atkins, Julio de Paula. ATKINS' Physical Chemistry. Oxford University Press 2006.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : TP physique des semi-conducteurs

Crédits : 2

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

On réalise quelques manipulations pour comprendre et maîtriser quelques phénomènes spécifiques de la physique des semi-conducteurs.

Connaissances préalables recommandées :

Semi-conducteurs, physique de solide.

Contenu de la matière :

-Effet Hall.

-Jonction PN.

-Capacité MOS.

-Transistor MOS.

-Applications des diodes à jonction PN.

Mode d'évaluation : Examen final + control continu

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

[1] A. Vapaille et R. Castagné "Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs", Dunod.

[2] Ashcroft et Mermin "Physique des solides".

[3] Mathieu et Fanet " Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques".

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Technologie des matériaux

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- 1- Les matériaux et leurs propriétés. Les coûts et la disponibilité des matériaux.
- 2- Les solutions solides :
 - 1- Introduction
 - 2- Solution solide d'insertion
 - Description géométrique
 - Solubilité des atomes en insertion
 - Exemples (ferrite, austénite, martensite)
 - 3- Solution solide de substitution
 - Solutions solide primaires
 - Règle de solubilité
 - 4- Solution solides ordonnées
 - Description des principales structures solutions solides
 - Paramètres d'ordre à grande distance (théorie thermodynamique)
 - Influence de l'ordre sur les propriétés physiques
 - 5- Les phases intermédiaires
 - types de phases intermédiaires
 - Importance et intérêt des composés intermédiaires
- 3- Les diagrammes de phases binaires
 - 1- Bases thermodynamiques des diagrammes de phase binaires
 - règle des phases (Gibbs)
 - Diagramme binaire correspondant à une miscibilité totale à l'état solide
 - Diagramme binaire correspondant à des domaines de miscibilité partielle
 - 2- Etude expérimentale des diagrammes de phases binaires
 - Méthodes expérimentales des diagrammes de phases binaires
 - Détermination et interprétation des diagrammes de phases binaires
 - Application : diagramme d'équilibre Fe-C
- 4- La diffusion :
 - 1- Introduction
 - 2- Mécanismes élémentaires de la diffusion
 - 3- Le coefficient de diffusion
 - 4- Equations de Finck
 - 5- Auto diffusion
 - 6- Diffusion chimique (effet Kirkendall et expérience de Darken)
 - 7-Courts-circuits de diffusion
- 5- Changement de phase
 - 1- Introduction

- 2- Germination homogène
- 3- Germination hétérogène
- 4- Croissance
- 5- Diagramme T.T.T.
- 6- Application :
 - Problème de la solidification
 - Purification des métaux par fusion de zone

Mode d'évaluation : Examen : 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Didactique physique

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Découverte des méthodes pédagogiques d'approche à la résolution des problèmes de physique.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Participation active de l'étudiant à sa propre formation.
- Initiation aux techniques de communication
- Initiation à la recherche bibliographique
- Apprendre à rédiger et exposer un projet d'étude donné
- Acquérir une certaine maîtrise de calcul scientifique à l'aide d'ordinateur
- Résolution effective de problèmes concrets.

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

[1] Aster. Didactique et histoire des sciences, éditions INRP, 1986, n°5.

[2] VIENNOT, L Raisonner en physique, éditions De Boeck, 1996.

[3] Aster, Revue de didactique des sciences expérimentales, INRP, N°5, 1987, Didactique et histoire des sciences.

[4] Develay M., Astolfi J.-P., La didactique des sciences, Paris, PUF, « Que sais-je 7 », N° 2448.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Lasers

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est d'apporter aux étudiants une connaissance de base sur les mécanismes physiques impliqués dans les lasers. Les diverses technologies utilisées actuellement pour réaliser certains types de laser seront évoquées.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1- Historique.

2- Emission et Absorption du rayonnement

-Système atomique à 2 niveaux.

-Probabilités d'émissions et d'absorption : Bilan radiatif

-Equilibre thermodynamique radiatif de Planck et relations d'Einstein.

-Inversion de population.

-Dynamique des populations et Inversion de population.

3- Les mécanismes de base du laser

- Propagation d'un front d'onde lumineuse dans un milieu actif.

-Notion de profil d'absorption.

-Processus d'élargissements homogène et inhomogène

-Oscillation et Amplification.

-Condition de seuil.

-Phénomènes perturbateurs.

4- Description des principaux types de laser.

-Lasers à gaz : cw ou impulsions.

-Lasers solides à isolant dopé.

-Lasers à semi-conducteurs.

-Lasers à colorants liquides.

-Laser X

-Laser à électrons libres.

5- Diverses applications du laser

-Applications dans le domaine scientifique.

-Applications médicales

-Applications industrielles

6- Les classes de sécurité des lasers

Mode d'évaluation : examen 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Plasmas

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objet de ce cours est d'introduire les plasmas qui constituent le quatrième état de la matière dans l'ordre croissant des températures.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- 1- Le milieu plasma : Définition et principales grandeurs caractéristiques.
- 2- Mouvement individuel d'une particule chargée dans des champs électrique magnétique.
- 3- Processus élémentaires dans les plasmas.
- 4- Introduction à la théorie cinétique.
- 5- Equations de transport.
- 6- Introduction à la physique des plasmas poussiéreux.

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Nanotechnologie

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Le but de cet enseignement sera de faire connaître les concepts, les technologies et les méthodes qui fondent les nanotechnologies pour la physique, de proposer des exemples d'applications et de montrer les perspectives de ce domaine pour la physique. Nous verrons également la caractérisation des matériaux à l'échelle nanométrique.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Echelle nanométrique et nano-objets – notion de croissance.
- Microscopes pour nano-objets : Microscope à effet tunnel, microscope à champ de force, microscope à champ proche.
- Description des nano-objets, agrégats, fullerènes, nanotubes de carbone, nano- fils,...
- Nanoélectronique (nano-MOS, Transistor à un électron (SED), électronique moléculaire).

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques : *(Livres et photocopiés, sites internet, etc)*

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Optoélectronique

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre le fonctionnement physique des composants qui convertissent l'énergie électrique en rayonnement optique et ceux qui permettent de détecter un rayonnement optique pour le traduire en un signal électrique, Comprendre les phénomènes thermiques et leurs conséquences dans les applications du Génie électrique.

Connaissances préalables recommandées :

Les pré-requis sont les matières de physique de semi-conducteur, électronique.

Contenu de la matière :

- Propriétés optiques des semi-conducteurs
- Détection et émission de radiation électromagnétisme
- Diodes électroluminescentes
- Photo résistances - Photodiodes
- Phototransistors - Diodes Lasers
- Cellules solaires et effet photovoltaïque

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques :

[1]- Optoélectronique : Cours et exercices corrigés, Auteur : Rosencher, Vinter, Dunod 2006.

[2]- Optoélectronique Emmanuel Rosencher, Borge Vinter Collection: Sciences Sup, Dunod 2002 - 2ème édition.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Photopile solaire

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Sait donner des exemples de sources d'énergie renouvelables.
- Sait décrire des exemples d'utilisations passive et active de l'énergie solaire.
- Connaît les ordres de grandeur du rendement et de la production d'énergie.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Le rayonnement solaire
- Rôle de l'atmosphère terrestre et le rayonnement au sol
- Photo- électron
- Photodiode
- Modules photovoltaïques
- Systèmes photovoltaïques
- Caractéristiques de photodiodes
- Absorption optique
- Courant de court – circuit
- Photopiles au Silicium
- Technologie des cellules
- Cellules à très haut rendement
- Photopiles photo-électrochimiques

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques : (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*)

[1] Production d'eau chaude solaire, Dimensionnement, montage, mise en service, entretien, PACER 724.213 f, Office fédéral des questions conjoncturelles, Berne, 1993.

[2] Les installations solaires thermiques», PACER 724.214 f, Office fédéral des questions conjoncturelles, Berne, 1993.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Nouveaux matériaux et applications

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce module traite de la physique et de la technologie des matériaux métalliques et de leurs alliages, des verres, des céramiques, des polymères, des matériaux composites ainsi que de nouveaux matériaux et de leurs applications.

Connaissances préalables recommandées :

Notions élémentaires de structure de la matière ; des propriétés physiques des solides ; de physique du solide.

Contenu de la matière :

- 1- Rappel des principales propriétés des matériaux et leurs définitions.
- 2- Les métaux et matériaux métalliques. Applications.
- 3- Les alliages des principaux métaux : Production et applications.
- 4- Les traitements thermiques.
- 5- Les verres et verres spéciaux : obtention et applications.
- 6- Les céramiques et céramiques spéciales : obtention et applications.
- 7- Les polymères ou matières plastiques : différentes classes et applications.
- 8- Les matériaux composites : obtention des différents types et applications.
- 9- Les nanomatériaux : définition, propriétés et quelques applications.
- 10- Les matériaux fonctionnels (ou "intelligents") et leurs applications.
- 11- Matériaux supraconducteurs : généralités et leurs applications.

Mode d'évaluation :

01 examen final, contrôle continu, exposé et autres

Références bibliographiques :

- [1] Y. Quéré : Physique des Matériaux (Ellipses 1988).
- [2] Matériaux polymères / H-H. Kausch, N. Heymans.
- [3] Série d'articles de revues spécialisées d'actualité (Clefs CEA, Nature, CDER, Pour la recherche, La Recherche, Science et Vie, ...).
- [4] Site Futura Sciences.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Transversale

Matière : Anglais scientifique 2

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Maîtrise de l'Anglais scientifique pour comprendre et écrire des articles scientifiques et présenter des séminaires dans cette langue.

Connaissances préalables recommandées :

Un minimum d'anglais est pré-requis en plus de la matière Anglais scientifique I

Contenu de la matière :

Cette matière entre dans le cadre de l'enseignement des langues étrangères destiné aux étudiants de la filière Chimie. Il constitue la seconde partie d'une série de deux matières s'étalant sur le 5^{ème} et le 6^{ème} semestre. Au terme du deuxième semestre d'études de la troisième année licence, l'étudiant devrait être capable de rédiger et d'exposer convenablement des textes scientifiques se rapportant aux spécialités Scientifique et en particulier en Physique.

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques :

[1] Reading technical books, EINSENBURG A., Ed. Prentice-Hall, Inc, 1978.

[2] Sci-Tech, Drobic F., Abrams S., Morray M., ELS Publications, 1981.

[3] www.bbc.co.uk/learningenglish.

[4] www.learnigenglish.org.uk/ki_frame.html.