

**Filière Licence d'Etudes Fondamentales
Sciences de la Matière Physique
SMP 2014**

Maquette de la FILIERE SMP

S1 SMPC	M1 Mécanique du point	M2 Thermodynamique 1	M3 Atomistique	M4 Thermochimie	M5 Analyse 1	M6 Algèbre 1	M7 LT I
S2 SMPC	M8 Electrostatique et Electrocinétique	M9 Optique géométrique	M10 Liaisons chimiques	M11 Chimie des solutions	M12 Analyse 2	M13 Algèbre 2	M14 LT II
S3 SMP	M15 Mécanique du solide	M16 Thermodynamique 2	M17 Electromagnétisme dans le vide	M18 Chimie organique générale	M19 Analyse 3	M20 Analyse numérique et algorithmes	
S4 SMP	M21 Electronique de base	M22 Optique physique	M23 Electricité 3	M24 Mécanique quantique	M25 Cristallographie géométrique et cristalochimie	M26 Informatique	
S5 SMP	M27 Electronique analogique	M28 Mécanique analytique et vibrations	M29 Physique nucléaire	M30 Physique des matériaux	M31 Physique quantique	M32 Physique statistique	
S5 SMP	M33 Module optionnel	M34 Module optionnel	M35 Module optionnel	M36 Module optionnel	M37 Projet tutoré	M38 Projet tutoré	

MODULES DE PHYSIQUE : S1

Module 1 : Mécanique du point (Cours : 21H, TD :21H)

- Rappels mathématiques (Opérations sur les vecteurs, Opérateurs différentiels.)
- Systèmes de coordonnées (Cartésiennes, cylindriques et sphériques)
- Cinématique du point matériel sans et avec changement de référentiel.
- Dynamique du point matériel.
- Travail, énergie, théorème de l'énergie cinétique.
- Les forces centrales : application à la mécanique céleste.
- Système de deux particules, les chocs.
- Les oscillateurs harmoniques.

Module 2 : Thermodynamique 1 (Cours : 21H, TD :21H)

- Outils mathématiques pour la thermodynamique.
- Définitions et concepts de bases (travail et chaleurs, thermométrie et calorimétrie, changements d'état).
- 1er principe et applications.
- 2ème principe et applications.
- Introduction aux cycles thermodynamiques et machines thermiques.
- Potentiels thermodynamiques.

Module 3 : Atomistique (Cours : 21H, TD :21H)

- **Structure des atomes**
 - Structures, numéro atomique, nombre de masse, isotope, masse atomique.
- **Modèle classique :**
 - Modèle de Rutherford - Modèle de Bohr – Spectre atomique d'émission.
- **Modèle quantique :**
 - Equation de Schrödinger(Résolution) : nombres quantiques, Configuration électronique d'un atome : Principe de Pauli, Règles de Klechkowski et de Hund.
- **Tableau périodique des éléments chimiques :** classification, périodes, groupes et familles, énergie d'ionisation, affinité électronique, électronégativité.
- **Constituants du noyau et radioactivité**
 - Radioactivité naturelle
 - Radioactivité artificielle
 - Applications

Module 4: Thermochimie (Cours : 21H, TD :21H)

- **Définitions préliminaires :** Description d'un système, Etat d'équilibre thermodynamique, Echange d'un système avec l'environnement, Echange thermique, Echange mécanique.
- **1^{er} Principe de la thermodynamique :** Enoncé du principe, Application aux transformations thermomécaniques.
- **Applications du 1^{er} Principe :** Système de constitution constante, Transformations physico-chimiques isothermes, Réactions chimiques non isothermes.
- **2^{ème} Principe de la Thermodynamique :** Fonction enthalpie et le 2^{ème} Principe, Entropie, Energie libre, Enthalpie libre.
 - Équilibres chimiques.
 - Équilibres de phases.

Module 5 : Analyse 1 (Cours : 21H, TD :21H)

1- Suites réelles

Convergence, limites, suites arithmétiques, suites géométriques, suites monotones, suites adjacentes, opérations sur les suites.

2- Fonctions numériques d'une variable réelle

Calcul des limites, continuité, théorème des valeurs intermédiaires.

3- Fonctions dérivables

Dérivée première, dérivées successives, sens de variation, Théorème de Rolle et théorème des accroissements finis

4- Fonctions convexes

Définition, fonction convexes dérivables, inégalité de convexité

5- Fonctions monotones

Définition, fonction réciproque, fonction réciproques des fonctions circulaires et des fonctions hyperboliques

6- Fonctions équivalentes et développements limités

Formule de Taylor, polynômes d'interpolation et calcul approché

7- Courbes paramétré planes

Définition, tangentes, points réguliers, points stationnaires, branches infinies, représentation en coordonnées polaires, exemples de courbes polaires.

Module 6 : Algèbre 1 (Cours : 21H, TD :21H)

- **Espace vectoriel euclidien**

- Famille libre, famille génératrice, base canonique, base orthonormée, changement de base, formes linéaires, automorphismes orthogonaux, symétries orthogonales

- **Espace affine de dimension finie**

- Repères, sous espaces affines, intersection de sous espaces affines, barycentres

- **Géométrie dans le plan \mathbb{R}^2**

- Coordonnées cartésiennes, coordonnées polaires, équation d'une droite, équation d'un cercle, équation d'une ellipse

- **Géométrie dans l'espace \mathbb{R}^3**

- Coordonnées cartésiennes, coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques, équation d'une droite, équation d'un plan, équation d'une sphère

- **Applications affines dans le plan \mathbb{R}^2 et dans l'espace \mathbb{R}^3**

- Composition, isométrie, translations, homothéties, projections, symétries

- **Le corps \mathbb{C} des nombres complexes**

- Opérations arithmétiques, conjugaison et module, exponentielle complexe, racine nième de l'unité, similitudes complexes

- **Fonctions polynomiales**

- Racines, dérivation, factorisation, formule de Taylor pour les polynômes, polynômes irréductibles dans \mathbb{R} et \mathbb{C} ,

- **Fractions rationnelles dans \mathbb{R} et \mathbb{C}**

- Pôles et zéros, décomposition en éléments simples

M7: Langue et Terminologie I
Contenu en phase d'élaboration par la sous commission langue de la commission MT issue de la CPU.

MODULES DE PHYSIQUE : S2

Module 8 : Electrostatique et Electrocinétique (Cours : 21H, TD :21H)

- **Partie 1 : Electrostatique**

- Chapitre I: Charges électriques -loi de Coulomb
- Chapitre II : Champ électrostatique - potentiel électrostatique
- Théorème de Gauss - Conducteurs électriques en équilibre – Phénomène d'influence- Etude des condensateurs - Energie électrostatique- Energie d'un conducteur- Energie de systèmes de conducteurs - Energie des condensateurs

- **Partie 2: Electrocinétique**

- Chapitre I: Courant électrique - densité de courant - conductivité, mobilité et résistivité d'un conducteur - loi d'Ohm microscopique - résistance électrique -Loi d'ohm - générateurs et récepteurs
- Chapitre II: - Etude des réseaux électriques : loi de Pouillet - Lois de Kirchhoff- théorème de Thévenin - théorème de Norton - théorème de superposition - Transformation étoile triangle.

Module 9 : Optique géométrique (Cours : 21H, TD :21H)

Notions fondamentales de l'optique géométrique (postulats, indice d'un milieu, rayon lumineux, espace objet, espace image, principe de Fermat, lois de Snell-Descartes, stigmatisme, approximation de Gauss).

- Miroirs et Dioptrés (plans et sphériques, prisme).
- Fibres optiques.
- Systèmes centrés (éléments cardinaux, lentilles, ...).
- Associations des systèmes centrés.
- Etudes de quelques instruments d'optique (lunette astronomique, télescope, loupe, microscope...).

Module 10 : Liaisons chimiques (Cours : 21H, TD :21H)**I- Liaison covalente**

Lewis et règle de l'octet

II- Théorie des orbitales moléculaires (Approximation LCAO)

- i. Molécule diatomique mono électronique H_2^+
- ii. Molécule diatomique di électronique H_2
- iii. Molécule diatomique poly électronique de type A_2 (avec et sans interaction s-p)
- iv. Molécule diatomique poly électronique de type AB
- v. Molécule poly atomique AX_n
 - Théorie de l'hybridation
 - Hybridations sp sp^2 et sp^3
 - Théorie de la répulsion des paires électroniques des couches de valence (V.S.E.P.R.)
 - Règle de GILLESPIE
 - Autres types d'hybridation

III- Liaison ionique

- i. Rayon ionique (méthode de Pauling)
- ii. Théorie de la liaison ionique
- iii. Energie de la liaison ionique
- iv. Energie réticulaire d'un cristal ionique
- v. Détermination expérimentale de l'énergie réticulaire par le cycle de BORN-HABER (Cycle thermochimique)

IV- Liaison métallique

- i. les structures métalliques
- ii. le modèle des charges positives dans un nuage d'électron

V- Liaisons intermoléculaires (liaisons physiques)

- i. Liaisons de Van Der Waals
 - Force d'orientation (Keesom)
 - Force d'induction (Debye)
 - Force de dispersion (London)
- ii. Liaison hydrogène

Module 11 : Chimie des solutions (Cours : 21H, TD :21H)

I - LES REACTIONS ACIDO-BASIQUES

- Equilibres acido-basiques en milieu aqueux :
Couples *acide-base* :- Acides et bases selon Bronsted - Effet nivelant ou différenciant d'un solvant
- Relations quantitatives :
pH d'une solution aqueuse d'un acide (base) fort(e)- *pH d'une solution aqueuse d'un acide (base) faible*- *pH d'une solution aqueuse d'un sel*- *pH d'une solution d'ampholyte*- *pH d'une solution tampon*- *pH d'un mélange de deux acides*
- Titrage acido-basique

II- LES REACTIONS DE COMPLEXATION

- Généralités et définitions :- *Complexe*- *Constante de Stabilité ou de formation*- *Constante de dissociation*
- Complexes Successifs : - *Constantes de dissociation partielles et globales*- *Constantes de formation conditionnelles ou apparente*
- Domaine de prédominance
- Prévion Qualitative des réactions - *Cas d'un seul atome central (1 cation) et plusieurs ligands*- *Cas d'un ligand et de deux cations*

III- LES REACTIONS DE PRECIPITATION

- Définition- Exemples de calcul de K_s et de S .
- Précipitation - *Conditions thermodynamiques de précipitation* - *Composition d'une solution après précipitation* - *Effet de l'ion Commun*- *Effet d'un agent complexant*- *Effet du pH*

IV- LES REACTIONS D'OXYDO-REDUCTION

- Généralités - Définitions
- Réactions électrochimiques
- Conditions standard- Potentiel zéro
- Les piles électrochimiques : *Pile Daniell*- *Polarité des électrodes*- *Loi de faraday* - *Électrolyse*
- Prévion des Réactions d'Oxydoréduction
 - *Prévion quantitative : Relation entre la force électromotrice et la constante d'équilibre*
 - *Prévion qualitative : Règle ΔG*
- Potentiel apparent: *Potentiel d'oxydoréduction et pH*- *Potentiel d'oxydoréduction et réaction de précipitation*- *Potentiel d'oxydoréduction et réaction de complexassions*.

Module 12: Analyse2 (Cours : 21H, TD :21H)**1- Les séries**

Séries numériques, séries entières, série trigonométriques et série de Fourier, critères de convergence, rayon de convergence.

2- Calcul intégral

Notion d'intégrale, calcul des primitives, intégration par partie, intégration par changement de variables, intégration des fractions rationnelles, intégral dépendant d'un paramètre.

5- Intégrale généralisée

Intégrale généralisée, critères de convergence.

3- Equations différentielles

Equations différentielles linéaire du 1^{er} ordre, équations différentielles du 2^{ème} ordre

4- Élément de calcul différentiel

Fonctions à plusieurs variables, dérivées partielles du 1^{er} ordre, dérivées partielles d'ordre supérieur, fonction de classe C^1 , extremum, plan tangent à une surface dans \mathbf{R}^3

5- Intégrales doubles

Intégrale double d'une fonction continue bornée, propriétés de l'intégrale double, formules de Fubini, changement de variables, extension aux intégrales triples.

6- Suites et séries de fonctions

Suites de fonctions, série de fonctions, critères de convergence, série entières, rayon de convergence, dérivation, intégration, fonctions analytiques.

Module 13 : Algèbre 2 (Cours : 21H, TD :21H)**1- Espaces vectoriels**

Famille libre, famille génératrice, rang d'une famille de vecteurs, sous espaces engendrés, somme de deux sous espaces, intersection de deux sous espaces,

2- Applications linéaires et endomorphismes

Applications linéaires, noyau d'une application linéaire, rang d'une application linéaire, isomorphismes, formes linéaires et hyperplans, homothéties vectorielle, projections vectorielle, symétries vectorielle.

3- Calcul matriciel

Matrice d'une application linéaire, somme, produit, transposition, rang d'une matrice, matrices inversibles

4- Déterminants

Déterminant d'une base, déterminant d'un endomorphisme, formules de Cramer,

5- Changement de base

Matrice de passage

6- Diagonalisation et trigonalisation

Polynôme caractéristique, valeurs propres et vecteurs propres, diagonalisation et trigonalisation

7- Application aux systèmes linéaires**M14: Langue et Terminologie I**

Contenu en phase d'élaboration par la sous commission langue de la commission MT issue de la CPU.

MODULES DE PHYSIQUE : S3

Module 15: Mécanique du solide (SMP/SMA/SMI) (Cours:18, TD:18; TP: 10)

- Champs de vecteurs et torseurs
- Cinématique du solide
- Cinétique du solide
- Liaison mécanique
- Dynamique du solide
- Théorèmes généraux
- Travaux pratiques

Module 16 : Thermodynamique 2 (Cours: 18, TD:18; TP: 10)

- Chapitre1: Principes de la thermodynamique,
- Chapitre 2: Système ouvert : Etude des Machines thermiques motrices et réceptrices (cycles théoriques : Carnot, Otto, Diesel, et Stirling, cycle frigorifique et Pompe à chaleur).
- Chapitre 3: Fonctions thermodynamique, (Énergie libre, Enthalpie libre), Relations de Maxwell, Applications aux systèmes bivariants.
- Chapitre 4: Changements d'états de première espèce, Isotherme d'Andrews, Equation du Viriel et de Van der Waals (relation de Clapeyron, formule du Dupré), Transition de phase de deuxième espèce, Relations d'Ehrenfest.
- Chapitre 5 : Théorie cinétique des gaz.

Module 17 : Electromagnétisme dans le vide (Cours: 18, TD:18; TP: 10)

- **Magnétostatique** : Champ d'induction, Propriétés de l'induction magnétique, Loi de Laplace, Théorème d'Ampère, potentiel vecteur, loi de Biot et Savard, application (étude des symétries et calcul de l'induction magnétique, Effet Hall).
- **Courant alternatif** : comportant des composants résistifs, capacitifs et inductifs-énergie des circuits.
- **Equations de Maxwell dans le vide** : Induction magnétique, potentiels scalaire et vectoriel « en jauge de Lorentz ».
- **Ondes électromagnétiques dans le vide**
Equations locales, Intégrales et relations de passage, énergie magnétique

Module 18 : Chimie organique générale (Cours : 21H, TD :21H)

- Eléments de nomenclature : nomenclature des hydrocarbures, nomenclature des composés fonctionnels.
- Isomérisation constitutionnelle
- Stéréo-isomérisation :
 - Représentations conventionnelles ;
 - Stéréo-isomérisation conformationnelle : *chaîne ouverte, conformations des cycles*
 - Stéréo-isomérisation configurationnelle : *chiralité, énantiomérisation ; diastéréoisomérisation*
 - *classification séquentielle de Cahn Ingold Prelog. Configurations absolues et configurations relatives.*
- Effets électroniques:
 - Effet inductif
 - Effet Mésonère - résonance
 - Aromaticité
- Généralités sur la réaction :
 - Les intermédiaires réactionnels: carbocations, carbanions, radicaux
 - Nucléophilie et électrophilie .

Module 19 : Analyse 3 (SMP) (Cours 21; TD 21)

- 1-Fonctions holomorphes
 - Fonction complexes,
 - Fonctions holomorphes,
 - Condition de Cauchy-Riemann,
 - Intégrale de Cauchy, Formule de Cauchy,
 - Théorème des résidus,
 - Etude et représentation d'exemples de fonctions holomorphes.
- 2- Calcul vectoriel et intégral
- 3-Transformée de Fourier et Transformée de Laplace
- 4- Produit de convolution et distribution de Dirac
- 5- Equations différentielles particulières
 - Equation de la chaleur
 - Equation des ondes

Module 20: Analyse Numérique & Algorithmique (Cours : 21h TD/TP : 24h)**I. Analyse Numérique**

- 1 Calculs numériques approchés.
- 2 Systèmes linéaires.
- 3 Zéros de fonctions non-linéaires.
- 4 Approximation polynômiale.
- 5 Intégration numérique.
- 6 Equations différentielles.

II. Algorithmique

Introduction à l'algorithmique

1. Les Variables :

A quoi servent les variables ?

Déclaration des variables

L'instruction d'affectation

Expressions et opérateurs

2. Lecture et Ecriture

3. Les Tests

4. Les Boucles

5. Les Tableaux

6. Fonctions Prédéfinies

7. Fichiers

8. Procédures et Fonctions

9. Notions Complémentaires :

Programmation structurée

Interprétation et compilation

La programmation récursive.

MODULES DE PHYSIQUE : S4

Module 21: Electronique de Base (Cours: 18, TD:18; TP: 10)

- Eléments de physique des semi- conducteurs
- Diodes et applications
- Caractéristiques, linéarisation et schémas équivalents
- Analyse de circuits à diodes
- Diodes spéciales
- Applications : limiteur, redresseur, élévateur de tension, stabilisation
- Les transistors bipolaires et les transistors à effet de champ en régime statique et dynamique.
 - Structure et fonctionnement
 - Caractéristiques
- Filtre passifs : diagramme de Bode de différents filtres
- Circuits de polarisation
- **Travaux pratiques**

Module 22: Optique physique (Cours: 18, TD:18; TP: 10)

- Chapitre1:Généralités sur les ondes électromagnétiques (surface d'onde, longueur d'onde, onde progressive plane monochromatique,).
- Chapitre 2: Interférences de deux ondes lumineuses (conditions d'interférences lumineuses, intensité résultante, interférences par division du front d'onde (trous d'Young, miroirs de Fresnel, bi-prisme de Fresnel, bi-lentilles de Billet), interférences par division d'amplitude (lame à faces parallèles, lame coin, dispositif de Newton)).
- Chapitre 3: Systèmes interférentiels (interféromètre de Michelson, interféromètre Pérot Fabry...).
- Chapitre 4:Diffraction par des fentes (principe de Huygens-Fresnel, diffraction par une ouverture rectangulaire, diffraction par une et deux fentes, diffraction par des réseaux en transmission et en réflexion.)
- Chapitre 5: Polarisation de la lumière: les différents états de polarisation, les lames biréfringences, les lames quart d'onde et demi onde, effet d'une lame biréfringente sur une lumière polarisée.
- **Travaux pratiques**

Module 23: Electricité 3 (Cours:18; TD:18; TP:10)

- Etudes des milieux :
 - Milieux diélectriques,
 - Milieux magnétiques
- Propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux non magnétiques
- Energie électromagnétique :
 - Puissance fournie aux charges par le champ électromagnétique,
 - Loi de conservation de l'énergie,
 - Exemples, Energie d'un système de courants
- Ondes guidées :
 - Ondes électromagnétiques au voisinage d'un conducteur,
 - Réflexion métallique d'une onde électromagnétique,
 - Propagation guidée dans le câble coaxial et entre plans conducteurs, Guide d'onde
- **Travaux pratiques**

Module 24: Mécanique quantique 1 (Cours: 21; TD/TP:25)

- Introduction :
 - Dualité Ondes corpuscules ; Corps noir ; Effets photoélectrique et Compton ; Principe d'indétermination d'Heisenberg ; Grandeur de mesure en mécanique quantique
- Puits de potentiels et systèmes quantiques :
 - -Equation de Schrödinger ; Barrière de Potentiel ; Puits de Potentiel ;
- Outils mathématiques :
 - -Espace des fonctions d'ondes d'une particule ; Espace des états. Notations de Dirac ; Représentation dans l'espace des états ; Equation aux valeurs propres, observables ; Ensemble Complet d'Observables Commutables
- Les postulats de la mécanique quantique :
 - Introduction ; Enoncé des postulats ; Interprétation physique des postulats sur les observables et leur mesure ; Principe de superposition et prévisions physiques ; Oscillateur harmonique quantique à une dimension

Module 25 : Cristallographie et cristallographie (Cours : 18H, TD : 18H, TP : 12H)**I- Cristallographie géométrique**

- Notions de mailles
- Rangées, plans, Indices de Miller
- Réseaux de Bravais
- réseau réciproque
- symétries d'orientation et de position
- les 32 classes cristallines et les groupes espaces
- Introduction à la diffraction X (loi de Bragg).

II- Cristallographie I

- Empilements
- Empilements compacts (cubique faces centrées, hexagonal compact)
- Empilements semi-compacts
- Structures ioniques
- Structures ioniques de type MX(CsCl, NaCl,.)
- Structures de type MX₂ : fluorine CaF₂ et antifluorine, rutile TiO₂...
- structure en couche : type CdCl₂, CdI₂.

Travaux pratiques :

- Structure des cristaux covalents
- La symétrie cristalline (quatorze réseaux de Bravais)
- Modèles métalliques
- Modèles ioniques

Module 26: Informatique (Cours 18, TD 9, TP 15h)**Programmation C++**

- Introduction
 - L'environnement de programmation "code blocks"
 - Structure d'un programme C++
 - L'affichage.
 - Lire le clavier et afficher à l'écran.
 - Déclaration et affectation des objets
 - Les instructions de base
 - Les fichiers
 - Les tableaux
 - Les fonctions
 - Paramètres des fonctions par référence
 - La surcharge des fonctions.
 - Les pointeurs
 - Création d'une classe Graphisme
 - Ecrire des données en binaires sur un fichier
- TD : Résolution numérique de problèmes simples mathématiques et physiques et leur implémentation en C++
- TP : Saisie, compilation & exécution des programmes C++, sur des exemples physiques

MODULES DE PHYSIQUE : S5

Module 27 : Electronique Analogique : Cours 18H, 18H TD et 12H TP

- Rappel sur les transistors en régime dynamique : schéma équivalents en basse et hautes fréquences
- Amplificateurs de base à transistors bipolaires et à transistors à effet de champ
- La contre réaction
- Amplificateur différentiel
- Amplificateur opérationnel et ses applications
- Les multivibrateurs

Module 28 : Mécanique Analytique et vibrations : Cours 24H, TD 18H et 8H de TP

Partie 1 : Mécanique Analytique (Cours 12h, TD 9h)

- Fondements de la mécanique rationnelle
- Principe des puissances virtuelles
- Formulation Lagrangienne
- Principe de Hamilton

Partie 2 : Vibrations (Cours 12h, TD 9h)

- Oscillateur Harmonique libre, amorti, entrete nu à un degré de liberté
- Réponse à une excitation harmonique
- Oscillateurs libres, Couplage, Réponses à une excitation
- Phénomène de battements, Phénomène de résonance
- Propagation des ondes

Module 29 : Physique Nucléaire: Cours 18H, TD 18H et 12H TP

- Introduction à la relativité restreinte
- Structure du noyau
- Radioactivité et applications,
- Interaction rayonnement-matière
- Réactions Nucléaires et Applications

Module 30 : Physique des Matériaux: Cours 18H, TD 18H et 8H de TP

- Introduction à la physique des matériaux : Compléments de cristallographie, Réseau réciproque, diffraction X, Classification des matériaux
- Propriétés physiques des matériaux : propriétés électroniques, théorie des bandes, distribution des électrons dans les métaux, isolants et semi-conducteurs, conductivité électrique, propriétés thermiques, vibration du réseau (phonons), conductivité thermique, chaleur spécifique, propriétés électriques, ferroélectricité, piézoélectricité, diélectrique, Propriétés magnétiques, diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme. Supraconducteurs.

Module 31 : Physique Quantique : Cours 24H, TD 24H

- Rappels et compléments
- L'oscillateur harmonique
- Le moment cinétique en mécanique quantique
- Composition de moments cinétiques
- Particules dans un potentiel central
- Méthode des perturbations stationnaires

Module 32 : Physique Statistique : Cours 24H, TD 24H

- Notions fondamentales de probabilités et statistiques
- Description statistique des systèmes de particules
- Entropie statistique
- Distribution de Boltzmann-Gibbs
- Applications à la thermodynamique.