LICENCE
‘ENSEIGNER LA PHYSIQUE-CHIMIE’

RESPONSABLE DU PARCOURS L1-L2-L3 : VINCENT REPAIN
VINCENT.REPAIN@U-PARIS.FR
01 57 27 62 91

CONTACT ADMINISTRATIF : CLARA WARNIER (L1-L2-L3)
CLARA.WARNIER@U-PARIS.FR
01 57 27 59 46

PRESENTATION DU PARCOURS :

Ce parcours de licence a pour but de **préparer les étudiant.e.s aux concours de l'enseignement en Physique-Chimie**. Son programme sur trois ans, équilibré entre Physique et Chimie, est construit pour développer une solide culture générale en Physique et en Chimie niveau licence afin de maîtriser et savoir mettre en perspective tous les programmes de Physique-Chimie de l'enseignement secondaire (collège et lycée). 300 h d'enseignements spécifiques en L2 et L3 permettent également d'optimiser la préparation des épreuves du CAPES ayant lieu en dernière année de Licence, avec l'objectif d'obtenir le meilleur classement possible (critère important pour le choix de l'académie du master). Une fois le CAPES obtenu, les lauréats suivront un master spécifique pour les former aux métiers de l'enseignement avec des rémunérations de 1400€/mois en Master 1 et 1800€/mois en Master 2 (https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/reforme-formation-initiale-professeurs).

Cette licence bidisciplinaire est également une excellente formation pour préparer le concours de l'Agrégation, après un master en Physique ou en Chimie. Elle permet aussi d'intégrer des écoles d'ingénieurs généralistes à l'interface Physique-Chimie.

Cette licence présente plusieurs atouts :

- un **effectif réduit d'étudiant.e.s très motivé.e.s** par les métiers de l'enseignement et la préparation des concours associés.
- une forte interaction avec les étudiant.e.s de la double licence Physique-Chimie, filière sélective de très bon niveau.
- des **cours en Physique et Chimie** dispensés par les meilleurs spécialistes dans leur domaine.
- un **suivi individualisé** des étudiants tout au long de l'année.
- En Licence 2 et Licence 3, des **modules spécifiques de préparation au concours** du CAPES (épreuves d'admissibilité et d'admission) de Physique-Chimie seront dispensés pour réussir le concours avec le meilleur classement.

OBJECTIFS :

- Valider une licence pluridisciplinaire en Physique et Chimie pour préparer dans les meilleures conditions les concours du CAPES et de l'Agrégation en Physique-Chimie, et le métier de professeur de Physique-Chimie.
- Développer des compétences professionnelles autour de la pédagogie et l'encadrement d'élèves via des cours spécifiques.

COMPETENCES VISEES :

- Avoir une parfaite connaissance, théorique et expérimentale, du programme de Physique et de Chimie de L1-L2, pour les concours du CAPES et de l'Agrégation.
- Acquérir une solide culture générale et une première approche de la pédagogie en Physique et Chimie.
- Développer un réseau professionnel autour des métiers de l'enseignement.
- Savoir présenter et s'exprimer en public.
- Maîtrise de l'anglais.

MAQUETTE DU PARCOURS :

PREMIERE ANNEE (L1), PREMIER ET DEUXIEME SEMESTRES (S1 ET S2)

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	24
Mécanique 1 & électricité	6
Mathématiques 1	6
Interactions Maths Physique	6
Chimie Générale 1	6
Bloc transverse	6
Introduction à la physique numérique	3
Méthodologie du travail universitaire et projet d'orientation/professionnel	3

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	24
Mécanique 2	6
Optique géométrique	3
Physique Expérimentale 1	6
Chimie Générale 2	6
Chimie organique 1	3
Bloc transverse	6
Méthodologie et outils mathématiques pour la physique	3
Anglais	3

DEUXIEME ANNEE (L2), TROISIEME ET QUATRIEME SEMESTRES (S3 ET S4)

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	30
Electromagnétisme en régime quasi-stationnaire et électrocinétique	12
Electromagnétisme et électrocinétique, partie théorique	8
Physique expérimentale 2, TPs	4
Thermodynamique	6
Chimie organique 2	6
Liaison chimique 1	3
Chimie analytique	3

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	21
Ondes et vibrations, EPC	12
Ondes: concepts fondamentaux	8
Physique Expérimentale 3, TPs	4
Cinétique chimique 1	3
Chimie organique 3	3
Théorie des groupes	3
Bloc transverse	9
TEDS UFR physique (UE Energie-Climat)	3
Préparation au CAPES de Physique-Chimie	3
Anglais 2	3

TROISEME ANNEE (L3), CINQUIEME ET SIXIEME SEMESTRES (S5 ET S6)

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	21
Mécanique quantique et spectroscopie	9
Mécanique quantique	*4.5*
Spectroscopie	*4.5*
Optique ondulatoire et électromagnétisme	6
Chimie inorganique moléculaire	3
Thermodynamique chimique 2	3
Bloc transverse	9
Anglais 3	3
Préparation aux concours (CAPES, Agreg)	6

Unités d'Enseignement (UE)	ECTS
Bloc fondamental	24
Mécanique des Fluides	6
Physique par les capteurs	3
Traitement du signal	3
Liaison chimique et Réactivité	6
Polymères	3
Electrochimie	3
Bloc transverse	6
Préparation aux concours (CAPES, Agreg)	6

DESCRIPTIF DETAILLE DES ENSEIGNEMENTS*

LICENCE ENSEIGNEMENT PHYSIQUE ET CHIMIE

L1, L2, L3

2025-2026

*Le descriptif des différents cours est indicatif et n'a pas vocation à être exhaustif. Des modifications mineures du programme ou une présentation différente peut dépendre des choix pédagogiques de l'équipe enseignante.

SEMESTRE 1

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Mécanique 1 et Electricité	6
Mathématiques 1	6
Chimie Générale 1	6
Interactions Maths-Physique	6
Bloc transverse	
Introduction à la physique numérique	3
Méthodologie du Travail Universitaire	3

PHYSIQUE 1 : MECANIQUE 1	

Prérequis : Spécialités Physique-Chimie et Mathématiques en Terminale, i.e. cinématique, PFD + outils mathématiques
Toutes les notions mathématiques nécessaires seront introduites au fil des cours (sauf calcul intégral) mais nécessiteront en parallèle une étude formelle dans l'UE « interactions Maths Physique »

Programme

- Nature de la physique, ordre de grandeurs, analyse dimensionnelle…
- Cinématique : mouvement de translation & rotation dans un plan
- Grandeurs : position, vitesse, accélération (coordonnées cartésiennes et polaires),
- Trajectoires et équations horaires : mouvement translation, circulaire, parabolique, 2D quelconque
- Notion de référentiel, relativité du mouvement (cartésiennes), principe de relativité.
- Dynamique : les grands principes de la mécanique, applications et limites
- Lois de Newton : énoncé et forme étendue, notion de force
- Le PFD : méthodologie d'application, illustration (masse ponctuelle), centre de masse, illustration (mouvement solide), grandeurs physiques associées, limites du PFD.
- Dynamique de rotation : moment d'une force, définition et analogie translation, illustration, rotation d'un solide (cylindre), grandeur physique associée (moment cinétique et moment d'inertie)

Acquis attendus

- Aptitude au questionnement et initiation à la méthodologie de la physique à partir des concepts et principes de la mécanique classique.
- Analyser différentes situations et phénomènes physiques à partir des principes fondamentaux de la mécanique classique : décrire le mouvement de translation et de rotation des corps, appliquer les concepts et les lois de la dynamique à l'analyse du mouvement des corps.
- Outils : projection équation vectorielle, coordonnées polaires, dérivée de vecteur et produit vectoriel (cas simples)

Organisation pédagogique :
Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

Ouvrages de référence

- Mécanique (Benson)
- Fundamentals of physics (Halliday and Resnick)
- Physique (Hecht)
- L'Univers Mécanique (Valentin)

PHYSIQUE 1 : ELECTRICITE	

Prérequis : Spécialité Physique-Chimie en Terminale

Programme

Les notions suivantes seront abordées en contextualisant au maximum (installation électrique domestique, la « guerre des courants », sécurité électrique, chauffage, utilisation du photovoltaïque…).

- Notions et contenus :
- Charge électrique, intensité du courant.
- Potentiel, référence de potentiel, tension.
- Puissance.
- Signaux périodiques (choix réseau alternatif, énergies renouvelables).
- Dipôles : résistances (loi d'Ohm), sources (modèle linéaire).
- Association de deux résistances
- Sécurité électrique : disjoncteur, différentiel, prise de terre
- Capacités :
- Savoir que la charge électrique est quantifiée.
- Exprimer l'intensité du courant en termes de débit de charge.
- Relier la loi des nœuds au postulat de la conservation de la charge.
- Utiliser la loi des mailles.
- Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.
- Citer les ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application.
- Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.
- Modéliser une source non idéale (représentation de Thévenin)
- Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.
- Établir et exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant.

Acquis attendus

- Savoir comprendre et analyser le fonctionnement des circuits électriques résistifs de la vie de tous les jours.
- A l'issue de ce module, l'étudiant doit savoir où passe le courant et où chute la tension dans un circuit résistif et connaître le fonctionnement des installations domestiques avec la sécurité associée.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : cours avec expériences de cours et TD.

Ouvrages de référence

- Super Manuel de Physique, Majou et Komilikis, Bréal (chap 7)

MATHEMATIQUES 1	

Prérequis : spécialité Mathématiques en Terminale

Programme

- Nombres réels et nombres complexes (4 semaines)

- Rappels sur les nombres entiers, divisibilité, PGCD.
- Nombres rationnels, nombres réels : opérations, valeur absolue, ordre.
- Carré, racines carrées, puissances entières et fractionnaires positive et négatives.
- Nombres complexes : partie réelle et partie imaginaire, opérations, conjugaison, module, représentation géométrique.
- Représentation polaire, notation exponentielle.
- Puissances entières, formule du binôme.
- Résolution des équations du second degré.

- Fonctions usuelles (3 semaines)

- Fonctions polynômes et fonctions rationnelles, fonctions trigonométriques, exponentielle, logarithmes, fonctions puissance.
- Fonctions réciproques.
- Formules trigonométriques.

On donnera les dérivées et éventuellement les primitives, l'allure des courbes. Pour étudier et mémoriser les formules trigonométriques, on s'aidera des nombres complexes.

- Systèmes linéaires (3 semaines)

- Pratique de la résolution sur $\mathbb{R}$ et sur $\mathbb{C}$.
- Pivot de Gauss.
- Représentation paramétrique des solutions d'un système linéaire, d'un système affine.

Le but est de se familiariser avec les notions issues de la théorie de la dimension sans la mentionner explicitement.

- Polynômes
- Degré, divisibilité, racines, PGCD.

Acquis attendus

- Se familiariser avec les outils essentiels de l'algèbre et de l'analyse : nombres réels, nombres complexes, fonctions usuelles
- Pratique de la résolution de systèmes linéaires
- Étude des polynômes

Organisation pédagogique

Parmi les 3h de cours hebdomadaires, l'une est consacrée à la résolution d'exercices d'illustration. Cette UE est coordonnée avec l'UE Interactions Maths-Physique du même semestre.

CHIMIE GENERALE 1	

Prérequis : spécialité Physique-Chimie en Terminale

Programme

- Atomes
- Composition de l'atome : découverte des rayons cathodiques, expériences de Rutherford
- Structure électronique de l'atome d'hydrogène et des hydrogénoïdes
- Structure électronique de l'atome polyélectronique ; évolution des propriétés physiques dans le tableau périodique
- Molécules
- Origine des liaisons chimiques dans les molécules : modèle électrostatique & modèle covalent
- Prévision de la géométrie des molécules
- Polarisation des liaisons, moment dipolaire global
- Liaisons intermoléculaires
- Les différents types de liaisons
- Origine de la cohésion dans les phases condensées & comparaisons des propriétés physiques
- Solides cristallins
- Définitions de base en cristallographie, description d'un arrangement périodique
- Empilements cubiques dans le cas de corps simples
- Compacité, masse volumique
- Sites interstitiels
- Solides ioniques

Acquis attendus

- Connaître l'origine physique de la cohésion dans les atomes, molécules et phases condensées et les ordres de grandeur des énergies engagées.
- Savoir décrire la structure électronique d'atomes et de molécules simples.
- Savoir décrire l'arrangement spatial des atomes au sein d'une molécule et de solides cristallins.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

Ouvrages de référence

- Principes de Chimie, Peter Atkins, de Boeck
- Structures électroniques des atomes et des molécules, Yves Jean & François Volatron. Dunod

INTERACTIONS MATHEMATIQUES-PHYSIQUE	

Prérequis : spécialité Mathématiques et Physique-Chimie en Terminale

Programme

- Programme prévisionnel de la partie Physique (24 CTDs de 2h) :
- Calcul et trigonométrie : ~ 2 semaines
- Vecteurs : ~ 3.5 semaines
- Calcul différentiel : ~ 2 semaines
- Intégrales + intro équations différentielles : ~ 2 semaines
- Dérivées de vecteurs (2D) : ~ 2.5 semaines
- Programme prévisionnel de la partie Maths (12 CTDs de 2h) :
- Logique et raisonnement : ~ 4 semaines
- Pratique du tracé de fonctions : ~ 4 semaines
- Vecteurs et cinématique : ~ 4 semaines
- Au-delà du programme abordé, de nombreuses compétences seront à travailler en collaboration entre physiciens et mathématiciens :
- Le lien entre les approches et notations des deux disciplines, via des concepts abordés en parallèle (dérivées et différentielles, vecteurs, …)
- L'entraînement à l'esprit critique (entraînement à la logique, énoncés appelant à vérifications systématiques ou à l'analyse d'erreurs, …)
- L'entraînement au tracé de fonctions et la visualisation graphique des relations utilisées.

Acquis attendus

- **Logique et raisonnement**
- Notion de proposition, négation, implication, équivalence
- Quantificateurs
- Raisonnement par contraposition et par l'absurde
- Recherche de démonstration et recherche de contre-exemple
- **Esprit critique**
- Analyse dimensionnelle : savoir prédire à l'avance la dimension des résultats, et la vérifier a posteriori
- Distinguer vecteur ≠ scalaire, fini ≠ infinitésimal, complexe ≠ réel, …
- Analyser les erreurs, tester les résultats par des cas limites, vérifier les solutions, et savoir « revenir en arrière » sur son raisonnement
- **Calcul et méthodologie en physique**
- Savoir isoler une inconnue (appliquer la même opération de part et d'autre, fonctions et relations réciproques, utiliser forme canonique…)
- Identifier paramètres et inconnues
- Définir une stratégie de résolution pour un problème donné
- **Géométrie/trigonométrie**
- Radians et degrés, trigonométrie, approximation des petits angles
- Maîtriser le cercle trigo. et les principales équations trigonométriques
- **Tracé de fonction**
- Tracer une courbe en mathématique (analyse de fonctions, tableaux de variations) et en physique (axes dimensionnés, valeurs caractéristiques en abscisse et en ordonnées)
- Fonctions usuelles, fonctions trigonométriques, fonctions réciproques
- Courbes avec paramètres dimensionnés : cos(ωt), exp(-t/□), gaussiennes,…

- **Vecteurs**
- Notion de composante, vecteur unitaire, décomposition $\vec{F} = F_x \overrightarrow{u_x} + F_y \overrightarrow{u_y}$
- Notion de barycentre
- Produit scalaire : formes géométrique et algébrique
- Projection : méthodes et esprit critique
- Équation vectorielle et équations scalaires associées
- Coordonnées polaires et vecteurs dans la base polaire
- Changements de base dans un espace 2D
- Produit vectoriel (en coordonnées cartésiennes et polaires)
- **Calcul différentiel (à 1 variable)**
- Notion de dérivée et de différentielle
- Dérivées de fonctions composées et réciproques
- Prédiction des dimensions d'une dérivée / d'un élément infinitésimal
- **Intégrales**
- Signification et dimension des différents constituants de l'intégrale.
- Prédire la dimension physique d'une intégrale, puis la calculer et vérifier la dimension du résultat
- Technique du changement de variable
- Introduction aux intégrales à bornes variables
- Introduction aux équations différentielles : E.D directement intégrables, solutions générales et particulières
- **Dérivées de vecteurs/cinématique**
- Étudier un mouvement à partir des lois $x(t)$, $y(t)$, ou r(t), □(t)
- Équations de trajectoire : savoir tracer une trajectoire y(x), r(□)
- Notion de déplacement élémentaire d$\overrightarrow{OM}$ en base cartésienne/polaire
- Règles sur les dérivées de vecteurs dans les bases cartésienne/polaire
- Exprimer les vecteurs vitesse et accélération en bases cartésienne/polaire
- Comprendre le lien entre $\vec{v}.\ \vec{a}$ et la variation de vitesse, analyser l'orientation d'un vecteur $\vec{a}$

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : cours-TD interactifs (entre étudiants et avec l'enseignant), encourageant fortement le travail en petits groupes.

- En séance : alternance entre travail en autonomie sur des petits exercices, et interventions/points de cours interactifs faits au tableau par l'enseignant.
- Travail personnel : de nombreux exercices et annales en ligne, certains étant corrigés, sont mis à disposition pour permettre l'entraînement intensif.

Ouvrages de référence

- Polycopié distribué et disponible sur Moodle.
- Outils mathématiques pour physiciens et ingénieurs, Poitevin, Dunod
- Cours de physique - Mathématiques pour la physique - Licence 1ère et 2ème années, Noirot, Parisot et Brouillet, Dunod
- Techniques mathématiques pour la physique - Première année de licence, Chérigier-Kovacic et al, Publications de l'Université de Provence

INTRODUCTION A LA PHYSIQUE NUMERIQUE	

Prérequis : Aucun

Programme

- Prise en main d'outils pour la physique numérique (LibreOffice Calc et Python avec les bibliothèques numpy, scipy, pandas et matplotlib)
- Types de variables : entiers réel, chaîne de caractères, vecteurs, matrices, tableaux et opérations afférentes à ces variables.
- Création et utilisation de fonctions
- Lecture/écriture de fichiers de données
- Manipulation de données (sélection, condition, …)
- Régression linéaire et non-linéaire
- Élaboration de figures : tracé de fonctions mathématiques, affichage de données avec barres d'erreurs.
- Création et tracé d'histogrammes et calculs statistiques (moyenne, écart-type, …)

Acquis attendus

- Savoir lire, écrire et manipuler des tableaux de données
- Effectuer des régressions et générer des courbes et des histogrammes avec Python et LibreOffice Calc.
- La maîtrise de ces outils est fondamentale pour les UEs de physique expérimentale et de physique numérique des semestres suivants.

Organisation pédagogique

Les notions fondamentales seront abordées en cours et la mise en pratique sera effectuée en séance de TP sur ordinateurs et de manière individuelle.

METHODOLOGIE DU TRAVAIL UNIVERSITAIRE	

Prérequis : Aucun

Programme

Trois grands thèmes seront abordés :

- L'environnement universitaire, l'orientation
- L'acquisition de compétences personnelles
- La formation en physique

Acquis attendus

- Connaissances :
- L'université et ses composantes
- L'offre de formation en physique à Paris Diderot
- Comment on apprend (mémoire, …) ?
- Le champ d'étude de la physique
- Compétences :
- Liées à l'environnement universitaire et à l'orientation
- Savoir rédiger un CV, une lettre de motivation
- Savoir quels sont les débouchés d'études de physique
- Personnelles
- Savoir chercher des documents (Bibliothèque Universitaire)
- Savoir utiliser latex
- Savoir utiliser Moodle
- Savoir rédiger un mail
- Savoir organiser son travail universitaire
- Savoir prendre des notes efficacement
- Spécifiques à la physique
- Savoir ce qui est attendu dans un devoir de physique
- Savoir définir la physique, son champ d'étude, quelques-unes de ses méthodes
- Comprendre ce qu'est un modèle en physique (variables, grandeurs pertinentes, approximations, analyse dimensionnelle)
- Savoir convertir des unités
- Savoir faire une représentation graphique rapide
- Savoir faire un schéma
- Savoir rédiger la solution d'un problème de physique (rédaction, articulation logique…)

Organisation pédagogique

L'organisation dépend de chaque séance. 3 séances se dérouleront sur ordinateur et 1/2 séances à la Bibliothèque Universitaire

SEMESTRE 2

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Mécanique 2	6
Optique géométrique	3
Physique expérimentale 1	6
Chimie Générale 2	6
Chimie organique 1	3
Bloc transverse	
Méthodologie et Outils Mathématiques pour la Physique	3
Anglais	3

PHYSIQUE 2 : MECANIQUE 2	

Prérequis : ECUE Mécanique 1 (S1, cinématique et dynamique du point) - UE Interactions Maths-Physique (S1)

Programme

- Principes de la mécanique classique : généralisation aux référentiels non inertiels
- Lois de Newton : rappel, interprétation et limites du PFD
- PFDG : interprétation, notion de pseudo-forces, applications dans référentiel géocentrique
- Lois de conservation
- Lien entre symétries et invariance : introduction au théorème de Noether
- Énergie : travail d'une force, énergies cinétique-potentielle-mécanique, loi de conservation, lien force-énergie potentielle, équilibre, états libres/liés, application à la force de gravitation
- Quantité de mouvement : définition et interprétation, loi de conservation, collisions élastiques et inélastiques, théorème du centre d'inertie.
- Moment cinétique : définition et interprétation, loi de conservation et théorème du moment cinétique, lois de Kepler, rotation d'un solide indéformable, mouvement gyroscopique.
- Oscillateur harmonique : régimes libre, amorti et aspects énergétiques
- Mouvement des planètes
- Trajectoire dans un champ de force centrale, orbites planètes/satellites
- Problème à deux corps : mouvement relatif, référentiel centre de masse
- Théorie cinétique des gaz
- Loi des gaz parfaits,
- équation d'état de Van der Waals,
- modèles microscopiques pour établir les liens micro-macro,
- loi de Boltzmann.

Acquis attendus

- Consolidation de l'aptitude au questionnement. Utilisation des méthodes de la physique à partir des concepts de la mécanique classique. Initiation approche probabiliste.
- Analyser des situations et phénomènes physiques en exploitant les lois de conservation de la mécanique classique (y compris approches croisées) : établir les conditions d'invariance, application à l'analyse du mouvement des corps, interprétation des résultats…

Organisation pédagogique :

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux et travail de TD en petits groupes

Ouvrages de référence

- L'Univers mécanique (Valentin)
- Mécanique (Benson)
- Mécanique (Feynman)
- Physique (Hecht)
- Fondamentals of physics (Halliday and Resnick)

PHYSIQUE 2 : OPTIQUE GEOMETRIQUE	

Prérequis : UE Interactions Maths-Physique (S1)

Programme

- La lumière : après un retour historique sur le concept de la lumière, rappel des généralités concernant celle-ci (nature, propriétés de la lumière, propagation dans un milieu, source et objet).
- Étude des lois de l'optique géométrique : propagation rectiligne, principe de Fermat, principes et lois de base. Enfin quelques exemples d'application des lois de l'optique géométrique (prisme…).
- Les lentilles minces : définition d'une lentille et des différents types de lentilles, étude des grandeurs caractéristiques de celles-ci, puis des formules de conjugaison et de grandissement. Focus sur la construction d'un point image et d'un rayon émergent correspondant à un rayon incident donné.
- La formation d'image et les limitations : le stigmatisme, les aberrations, et la limite de diffraction (ce dernier sortant du cadre de l'optique géométrique).
- Instruments d'optique : description du modèle simple de l'œil et les défauts de vision, la loupe et ensuite des instruments plus complexes comme la lunette de Galilée. Enfin, notions d'optique en relation avec l'appareil photographique

Acquis attendus

- Comprendre comment les physiciens modélisent la lumière et le domaine de validité de l'optique géométrique.
- Connaître le principe de Fermat et la loi de Snell-Descartes,
- Connaitre les conditions de Gauss et leur domaine d'application.
- Maitriser le tracer de rayon et la notion d'image et d'objet
- Savoir modéliser l'œil en physique, quels sont ses défauts et comment les corriger.
- Être capable de décrire le fonctionnement de quelques systèmes optiques.

Ouvrages de référence

- https://femto-physique.fr/optique/index.php (cours sur les lois de l'optique géométrique par Jimmy Roussel)
- Optique, Parisot, 2eme édition Dunod
- Optique, Hecht, 2005, 4e édition (ouvrage disponible à la bibliothèque des Grands Moulins)

PHYSIQUE EXPERIMENTALE 1	

Prérequis :

- UE Outils numériques pour la physique (S1)
- Notions en langage python (interface Jupyter) : créer des vecteurs, les sommer et les multiplier, calculer une moyenne et un écart-type, tracer un histogramme ou un graphe, faire un ajustement linéaire ou non linéaire.
- Aucune notion de science physique n'est requise.

Programme

- Contenu méthodologique et thématique des séances
- Mesure de distances, aires, volumes, durées, périodes, forces, courants, tensions électriques, angles
- Estimation des incertitudes associées à une mesure (type A et type B, moyenne de N mesures, propagation des incertitudes).
- Comparaison de deux mesures indépendantes (moyenne, écart-type, histogramme, test en Z).
- Ajuster une loi théorique linéaire sur des mesures expérimentales.
- Utilisation de python avec le logiciel Jupyter.
- Étude expérimentale des bases de l'optique (rayon apparent, formation d'une image avec une lentille, miroir, résolution de l'œil)

- Expériences réalisées par tous les étudiants pendant 7 semaines de travaux pratiques
- Temps de réaction d'un humain
- Pesée d'une masse
- Métronome
- Électrocinétique (alimentation stabilisée, multimètre, circuits électriques simples en série ou parallèle, voltampérométrie, caractéristique courant-tension)
- Optique géométrique (focométrie, loi de Snell-Descartes, formation d'une image par une lentille)

- Projets au choix par binôme pendant 4 semaines
- Mesure de coefficients de frottement statiques
- Écoulement d'eau et de sable
- Température des couleurs de l'arc-en-ciel
- Constante de raideur des ressorts
- Spectrométrie avec un prime
- Pendule pesant
- Pendule simple aux grands angles

Acquis attendus

- Compétences expérimentales
- Mesurer une observable et estimer l'incertitude associée : origine (type A et type B) et valeur.
- Mesurer une durée, une période, une force, une longueur, un angle.
- Connaître les normes d'écriture d'une mesure et de l'incertitude associée.
- Analyse de données
- Propager les incertitudes dans les calculs.
- Comparer deux mesures expérimentales ou le résultat d'une expérience à un modèle et interpréter le résultat de la comparaison
- Écrire et interpréter un test en Z
- Ajuster une courbe théorique à des mesures expérimentales.

- Savoir utiliser des fonctions existantes en langage python pour calculer moyenne et écart-type, tracer des histogrammes, ainsi que des graphes expérimentaux avec ajustement de courbes théoriques.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Pendant 7 semaines, un cours hebdomadaire de 2h et deux séances hebdomadaires de 2h de travaux pratiques (travail en binôme).

- Les cours magistraux auront pour but de :
- Introduire des notions théoriques nécessaires à la compréhension des expériences de la semaine.
- Donner les objectifs techniques et scientifiques des TP.
- Présenter et expliquer les gestes et outils techniques des TP.

- Puis, pendant 4 semaines, à raison de 2 séances de 2h par semaine, chaque binôme travaille en autonomie sur un projet expérimental. Au début du projet, une question générale est posée au binôme. Par exemple : « comment varie la période d'oscillations d'un pendule simple en fonction de l'amplitude des oscillations ? » ou « est-ce que l'eau et le sable s'écoule de la même manière dans un entonnoir ? ». Les étudiants élaborent un protocole expérimental pour y répondre à l'aide du matériel nécessaire mis à leur à disposition. A la fin de l'enseignement, Ils présentent leur résultat dans un rapport écrit et au cours d'une soutenance orale.

CHIMIE GENERALE 2	

Prérequis : spécialité Physique-Chimie en Terminale

Programme

Le premier chapitre porte sur les définitions des notions de bases de la thermodynamique, l'énoncé du premier principe et les échanges de chaleur avec et sans changement d'état. La notion d'état standard, de grandeurs standards comme l'enthalpie standard de réaction sont abordées. La loi de Hess est définie et mise en application sur des cycles thermodynamiques mettant en relation l'enthalpie standard de réaction et les enthalpies de formation de composés ou de dissociation de liaison.

La deuxième partie porte sur l'étude des équilibres chimiques en solution aqueuse. Après avoir définit les notions d'équilibre, d'avancement et d'activité de constituant d'un mélange, les expressions du produit des activités instantanées πinst et la constante d'équilibre K seront établies. L'étude de système hors équilibre et les facteurs influençant le déplacement de d'équilibre, sont largement abordés.

Ces notions de bases sont ensuite appliquées en détail sur les équilibres de solubilité, les équilibres acido-basiques, les équilibres d'oxydoréduction et les équilibres de complexation.

Acquis attendus

Enthalpie standard, équilibres chimiques, solubilité, acide-base, oxydoréduction, complexation

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux et TD en groupe d'étudiants.

CHIMIE ORGANIQUE 1	

Prérequis : spécialité Physique-Chimie en Terminale

Programme

Ce cours constitue le premier contact avec la chimie organique dans l'enseignement supérieur pour les étudiants de première année (L1). Il couvrira plusieurs notions essentielles :

-Nomenclature des Molécules Organiques

-Règles établies par l'IUPAC pour la dénomination des molécules organiques.

-Stéréochimie

-Introduction aux concepts de stéréochimie liés à la présence de centres stéréogènes et de doubles liaisons.

-Règles de Cahn-Ingold-Prelog.

-Définition de la chiralité, de l'énantiomérie et de la diastéréoisomérie.

-Loi de Biot et notions sur l'importance de la synthèse asymétrique.

-Étude Conformationnelle

-Analyse conformationnelle des composés organiques acycliques et cycliques, en mettant l'accent sur les dérivés du cyclohexane.

-Effets Électroniques

-Effets inductifs et mésomères des principaux substituants en chimie organique.

-Notions d'acidité et de basicité en chimie organique.

-Stabilité des composés organiques ioniques.

-Initiation à la Réactivité

-Étude de la réactivité des dérivés halogénés, en particulier les mécanismes de substitutions nucléophiles et d'éliminations.

Acquis attendus

Maitriser les concepts de nomenclature, stéréochimie, effets électroniques, substitutions nucléophiles et éliminations.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux et TD en groupe d'étudiants.

METHODOLOGIE ET OUTILS MATHEMATIQUES POUR LA PHYSIQUE	

Prérequis : Validation du semestre 1

Programme

- Développements limités (2 séances = 4h)
- Équations différentielles linéaires à coefficients constants (3 séances = 6h)
- Fonction de plusieurs variables, différentielle, gradient (3 ou 4 séances = 7h)
- Systèmes de coordonnées 3D (3 ou 4 séances = 7h)
- Intégrales multiples, intégrales curvilignes, flux (4 séances = 8 h)
- Introduction à la divergence et au rotationnel (2 séances = 4 h)

Acquis attendus

- Écrire un développement limité jusqu'à l'ordre 2 et savoir exploiter l'approximation résultante dans un contexte physique
- Résoudre les équations différentielles à coefficients constants d'ordre 1 et 2 sans second membre ; avec second membre de forme exponentielle x polynôme
- Calculer des dérivées partielles, identifier une forme différentielle exacte ; Calculer le gradient d'une fonction scalaire en coordonnées cartésiennes
- Utiliser les systèmes de coordonnées polaires, cylindriques, sphériques et les bases vectorielles associées ; produits scalaire et vectoriel, utilisation des éléments de longueur, surface, volume ; gradient en coordonnées polaires, cylindriques et sphériques
- Calculer un moment d'inertie, le travail d'une force le long d'un chemin, le flux d'un champ vectoriel à travers une surface de géométrie simple
- Comprendre la signification physique d'un champ à divergence nulle, à rotationnel nul.

Organisation pédagogique

- Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Travail actif des étudiants
- Les éléments de cours (théorèmes, résultats principaux à appliquer ou mémoriser) sont donnés à l'avance aux étudiants, en préliminaire aux exercices d'application. L'enseignant les contextualise en début de cours, les applique sur un exercice type.

SEMESTRE 3

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Electromagnétisme en régime quasi stationnaire et électrocinétique	8
Physique expérimentale 2	4
Thermodynamique	6
Chimie organique 2	6
Liaisons chimiques	3
Chimie analytique	3

THERMODYNAMIQUE	

Prérequis : UE Physique 1 (S1), UEs Physique 2 et Méthodologie et outils math. pour la physique (S2)

Programme

• Système thermodynamique, dilution et conversion de l'énergie
• Extensif / intensif
• Réversible / irréversible
• Notion de travail, notion de chaleur
• 1er et 2nd principes
• Coefficients thermoélastiques
• Fonctions thermodynamiques, potentiels thermodynamiques, transformée de Legendre
• Transformation et cycle
• Notion d'équilibre
• Extensivité de l'énergie et de l'entropie, EDT
• Relations de Maxwell
• Transition de phase, Clapeyron Ehrenfest
• Conséquences sur l'équilibre de la courbure locale de la fonction entropie
• introduction à Ginzburg-Landau pour les transitions de phase
• Machine à conversion de l'énergie (avec et sans changement de phase. Notion de conversion photovoltaïque)
• Notions de comportement hors équilibre linéaire

Acquis attendus

• Savoir définir un système
• Savoir définir les conditions aux limites
• Savoir définir la nature d'une transformation (adiabatique, isotherme, réversible, …)
• Savoir appliquer une transformation de Legendre pour faire apparaître l'écriture de l'énergie la plus adaptée (énergie libre, enthalpie, enthalpie libre)
• Comprendre la signification de la nature extensive/intensive des variables
• Savoir calculer un échange de travail, un échange de chaleur
• Savoir calculer une variation d'entropie
• Savoir discuter les coefficients thermoélastiques à l'aide des relations de Maxwell
• Savoir calculer les expressions de l'entropie et des coefficients thermoélastiques, des capacités calorifiques dans le cas d'un gaz parfait.
• Savoir écrire le potentiel électrochimique dans le cas des GP, savoir l'utiliser pour trouver les équilibres de mélanges.
• Dans un diagramme de phase, savoir situer un état, dessiner une transformation
• Comprendre et savoir utiliser la relation de Clapeyron
• Pouvoir classer des transitions de phase
• Savoir analyser un cycle thermodynamique et évaluer les performances de la machine associée.

Organisation pédagogique

Mise à disposition d'un polycopié de cours en ligne. Mise à disposition d'un polycopié de TD

Ouvrages de référence

• Thermodynamics, Callen
• Concepts in Thermal Physics, Blundell et Blundell, Oxford
Thermodynamique, Diu, Guthmann, Lederer, Roulet, (Hermann 2007)

LIAISONS CHIMIQUES 1	

Prérequis : Chimie Générale 1

Programme

• Mise en place des concepts fondamentaux de la description orbitalaire de la liaison chimique. Description quantique de la structure électronique des atomes et molécules (orbitales atomiques, règles de combinaison des OA, orbitales moléculaires, diagrammes orbitalaires et leur utilisation).

• Utilisation de la méthode dite « de fragmentation » pour déterminer les structures électroniques de molécules de plus en plus complexes : systèmes fictifs H_4 linéaires, plan carré, rectangle, molécules de type AH_2 linéaires et coudées, complexes organométalliques de type octaédrique (avec interprétation des spectres d'absorption UV-Visible).

Acquis attendus

• Maitrise des concepts : orbitales atomiques et moléculaires de molécules organiques simples, diagramme orbitalaire, méthode de fragmentation.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

CHIMIE ORGANIQUE 2	

Prérequis : Chimie Organique 1 (Semestre 2)

Programme

Cet enseignement fait suite à l'enseignement de chimie organique proposé en première année. La réactivité des différentes fonctions chimiques ainsi que des notions de sélectivité, de groupements protecteurs et des applications en synthèses totales seront abordées au cours de ce semestre :
-Rappel : dérivés halogénés - substitutions nucléophiles et éliminations.
-Réactivité liée à la présence de groupements hydroxyles (halogénation, estérification, oxydation, déshydratation, synthèse de Williamson) ; propriétés acido-basiques (+ oxydation).
-Définition des aromatiques selon Huckel. Réaction de substitution électrophile aromatique (Friedel-Crafts, nitration, sulfonation, halogénation). (+ exemples d'oxydation)
-Alcènes/alcynes : Réactivité liée à la présence de double et triple liaisons carbone-carbone (addition électrophile, réduction, halogénation, oxydation, hydratation).
-Carbonyles : Additions nucléophiles sur des composés présentant des doubles liaisons carbone-oxygène : Aldéhydes et cétones (acétalisation, addition d'organomagnésiens, formation de cyanhydrines, réduction, réaction de Wittig).
-Dérivés d'acide carboxylique (acides carboxyliques ester, nitrile, amides, halogénures, anhydrides d'acide) interconversion, hydrolyse.
-Réactivité des énolate/carbéniates
-Introduction aux synthèses multi-étapes.

Acquis attendus

• Maitrise des concepts : groupes fonctionnels, réactivité, substitution électrophile aromatique, addition électrophile et nucléophile, substitution AN/E, sélectivité, groupes protecteurs, synthèse multi-étapes.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

TECHNIQUES ANALYTIQUES	

Prérequis : spécialité Physique-Chimie en Terminale.

Programme
• Présentation des principales techniques d'analyse structurale et quantitative ainsi que des domaines d'applications. Pour chacune des techniques, le principe général ainsi que les relations fondamentales sont présentés de façon simple et pragmatique.
• Techniques présentées : spectroscopies optiques (UV-Visible, Infrarouge) et magnétique (RMN), chromatographies (liquide et gaz), spectrométrie de masse.
• A l'issue de cette formation, les étudiants sauront séparer des produits, regrouper des informations obtenues par différentes techniques, d'une molécule ou macromolécule inconnue, quantifier la concentration de cette molécule

Acquis attendus
• Acquérir et analyser un spectre
• Elucider/déterminer/quantifier une structure.

Organisation pédagogique
Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

ELECTROMAGNETISME EN REGIME QUASI STATIONNAIRE ET ELECTROCINETIQUE	

Prérequis : UEs Physique 1 et Interactions Maths/Physique (S1), UEs Physique 2 et Méthodologie et outils math. pour la Physique (S2)

Programme

• Électrostatique : force de Coulomb, champ électrique, potentiel électrostatique, dipôle, théorème de Gauss, conducteurs, énergie électrostatique.
• Magnétostatique-Induction : champ magnétique, force de Laplace et de Lorentz, lois de Biot-Savart, théorème d'Ampère, induction et auto-induction, équations de Maxwell dans le vide.
• Électrocinétique : circuits électriques en régime quasi-stationnaire (révision), circuit linéaire du premier ordre (régime transitoire, régime sinusoïdal permanent), filtrage linéaire
• Remarques : l'ARQS est traité en Physique 1 (L1S1) et les oscillateurs seront traités en Ondes et Vibrations (L2S4)
• Outils mathématiques : analyse vectorielle (révision sur les opérateurs gradient, divergence et rotationnel ; laplacien ; théorèmes de Green-Ostrogradski et de Stokes ; révisions sur les notions de circulation et de flux ; principales relations entre les opérateurs), révision sur les nombres complexes et les équations différentielles, transformée de Fourier

Acquis attendus

• Connaissances liées au programme ci-dessus :
- Électrostatique : force de Coulomb, principe de superposition, champ électrique d'une distribution simple de charges, potentiel électrique d'une distribution simple de charges, relation entre champ électrique et potentiel, théorème de Gauss, moment dipolaire électrique, énergie potentielle électrostatique, capacité d'un condensateur, énergie d'un condensateur, force de Lorentz, loi d'Ohm microscopique
- Magnétostatique : force de Laplace, loi de Biot et Savart, théorème d'Ampère, potentiel vecteur, équations de Maxwell dans le vide, énergie magnétique
- Induction : champ électromoteur circuit avec vitesse, lien avec potentiel vecteur, force électromotrice, loi de Faraday, coefficient d'induction mutuelle, d'auto-induction
- Électrocinétique : intensité, tension, dipôle et caractéristique, circuit du premier ordre (RC ou RL), régime transitoire, régime sinusoïdal (fonction de transfert complexe), filtrage, transformée de Fourier
- Mathématiques : connaître les composantes des opérateurs gradient, divergence, rotationnel et laplacien en coordonnées cartésiennes, la définition du flux, de la circulation, les théorèmes de Green-Ostrogradski et de Stokes, les 4 principales relations entre les opérateurs.
• Compétences en physique
- Électrostatique : savoir calculer un champ électrique pour les principales distributions de charges simples, soit par le principe de superposition où dans les cas très symétriques. Savoir appliquer le théorème de Gauss correctement à partir de l'analyse des symétries et des invariances de la distribution de charge. Savoir calculer le potentiel électrique à partir du champ électrique. Savoir distinguer isolant et conducteur. Savoir calculer l'énergie électrique d'un système de charges. Savoir calculer la capacité d'un condensateur simple. Savoir calculer le champ magnétique généré par une distribution simple de courant, à partir de la loi de Biot et Savart ou du théorème d'Ampère.
- Induction : savoir calculer un champ électromoteur dans différents cas simples, savoir calculer une force électromotrice, savoir calculer un coefficient d'induction mutuelle, un coefficient d'auto-induction, savoir calculer l'énergie magnétique d'une configuration simple de courants.
- Électrocinétique
• Compétences en mathématiques

- Savoir calculer un gradient, une divergence, un rotationnel.
- Savoir appliquer les théorèmes de la divergence et de Stokes.
- Savoir utiliser la notation complexe pour résoudre un problème en régime sinusoïdal.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Chaque TD se fera sous forme de petits groupes. Les exercices proposés couvriront un large panel depuis l'exercice d'application directe du cours jusqu'au problème plus complexe. Les énoncés seront suffisamment détaillés pour permettre aux étudiants de progresser dans la résolution

Ouvrages de référence

• Physique (Électricité et Magnétisme), Benson
• Super Manuel de Physique (Électrocinétique), Matou et Komilikis
• Électromagnétisme, Matricon, Saint-Jean et Bruneaux

PHYSIQUE EXPERIMENTALE 2	

Prérequis : UE Outils numériques pour la physique et ECUE Électricité (S1), UE Physique expérimentale 1 (S2), UEs Électrocinétique et électromagnétisme en régime quasi-stationnaire et Thermodynamique (S3).

Programme

- Contenu méthodologique et thématique des séances :
- Découverte et utilisation de différents dispositifs de mesure pour l'électrocinétique et l'électromagnétisme (oscilloscope, ohmmètre, teslamètre, …)
- Approfondissement sur le calcul des incertitudes et leur propagation, tests statistiques (Z, Student)
- Méthodes d'ajustement d'une courbe théorique sur des données expérimentales (linéaire et nonlinéaire,
méthode des moindres carrés).
- Étude expérimentale des régimes transitoire et permanent dans les circuits R, L et/ou C (temps caractéristique, réponse fréquentielle)
- Étude expérimentale de l'interaction entre objets chargés et de l'influence d'un champ magnétique sur des charges en mouvement (force de Laplace)
- Étude expérimentale de systèmes thermodynamique (bilan d'énergie d'un système isolé, échange de chaleur, transferts thermiques, diffusion de la chaleur)

• Expériences réalisées par tous les étudiants pendant 7 semaines de travaux pratiques

- Électrocinétique : Instruments et techniques en électrocinétique (oscilloscope, GBF, ohmmètre) ; 1er ordre transitoire RL/RC, 2ème ordre permanent (diagramme de Bode)
- Électromagnétisme : Loi de Coulomb ; Force de Laplace
- Thermodynamique : calorimétrie ; conduction dans un barreau

• Projets au choix par binôme pendant 4 semaines

- Moteur de Stirling
- Capacité d'une sphère
- Refroidissement d'une tasse de thé
- Transformateur à une spire
- Freinage magnétique
- Étude d'un moteur/alternateur
- Étude d'une pompe à chaleur
- Pince ampèremétrique

Acquis attendus

• Compétences expérimentales :

- Savoir utiliser un multimètre (renforcement des acquis de S2), un oscilloscope, une alimentation haute-tension, une alimentation en courant et différents appareils de mesures (newton-mètre, teslamètre, thermocouple, …).
- Maîtriser les notions de courant alternatif, valeur efficace, diagramme de Bode
- Estimation des incertitudes (type A, B, propagation...) lors d'une mesure (renforcement des acquis du S2)

• Analyse de données :

- Propagation des incertitudes
- Utiliser les formules des incertitudes avec esprit critique : être capable de négliger certaines sources d'incertitude devant d'autres.
- Utilisation de tests statistiques pour la comparaison des données entre elles.
- Ajustement d'une courbe théorique (linéaire ou non) sur des données expérimentales et maîtrise

des incertitudes associées : compréhension de la méthode des moindres carrés.
- Interprétation du résultat d'un ajustement, notamment la comparaison avec un modèle et discussion de la validité du modèle.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Pendant 7 semaines, un cours hebdomadaire de 1h30 et une séance hebdomadaire de 3h de travaux pratiques (travail en binôme).

• Les cours magistraux auront pour but de :
- Introduire des notions théoriques nécessaires à la compréhension des expériences de la semaine.
- Donner les objectifs techniques et scientifiques des TP.
- Présenter et expliquer les gestes et outils techniques des TP.

SEMESTRE 4

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Ondes et Vibrations	8
Physique expérimentale 3	4
Cinétique chimique 1	3
Chimie organique 3	3
Théorie des groupes	3
Bloc transverse	
Anglais	3
Energie et Climat	3
Préparation au concours du CAPES de Physique-Chimie	3

ONDES ET VIBRATIONS	

Prérequis : UEs Physique 1 Mathématiques 1 et Interactions Maths-Physique (S1) ; UEs Physique 2, Mathématiques 2 et Méthodologie et outils mathématiques pour la physique (S2) ; Électrocinétique et Électromagnétisme en régime quasi-stationnaire (autres étudiants)

Programme

• Oscillateur amorti en régime libre et en régime sinusoïdal forcé (cas électrique, mécanique, acoustique)
• Ondes à une dimension : représentation mathématique d'une onde ; établissement de l'équation de d'Alembert dans les cas électrique (signaux sur un câble), mécanique (vibrations longitudinales d'une chaine de masses et ressorts), acoustique (son dans les fluides) ; aspects énergétiques
• Superposition d'ondes sinusoïdales ; ondes stationnaires ; réflexion et transmission partielles ;
• Dissipation et dispersion ; vitesse de phase, vitesse de groupe ;
• Ondes électromagnétiques planes dans le vide : équation des ondes vectorielles à 3D ; états de polarisation ; vecteur de Poynting
• Champ rayonné par une source ponctuelle ; notion de cohérence

Acquis attendus

• Savoir établir l'équation différentielle d'un oscillateur à partir d'hypothèses physiques (modèle) simples ; savoir identifier la pulsation propre et le facteur de qualité du système ; savoir résoudre l'équation différentielle, en régime libre comme en régime forcé, et en représenter graphiquement la solution ;
• Comprendre ce qu'est une onde et connaître les notions d'état de polarisation, de fronts d'onde ; connaître la représentation mathématique d'une onde ; maîtriser la représentation complexe des fonctions sinusoïdales, savoir identifier les grandeurs essentielles d'une onde sinusoïdale (fréquence, période, pulsation, vitesse et sens de propagation, longueur d'onde, vecteur d'onde).
• Savoir établir l'équation des ondes à partir de considérations microscopiques (modèle); savoir calculer la puissance et l'énergie véhiculée par une onde ;
• Savoir utiliser le principe de superposition ; maîtriser l'addition de plusieurs ondes sinusoïdales.
• Savoir énoncer, exprimer mathématiquement et justifier physiquement les conditions de continuité aux interfaces ; savoir établir l'expression des coefficients de réflexion et de transmission à une interface ;
• Savoir établir la relation de dispersion à partir d'une équation de propagation, maîtriser les notions de distance d'atténuation, vitesse de phase, vitesse de groupe, paquet d'ondes

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : pédagogie active basée sur les points suivants :
• Mise à disposition d'un poly complet que les étudiants devront avoir lu et travaillé préalablement au cours ; interactions via un forum Moodle
• TD avec corrigés écrits (succincts) donnés à l'avance et identification d'un « exercice type » pour chaque partie. TD en petites équipes

Ouvrages de référence

• Polycopié de cours

CHIMIE ORGANIQUE 3	

Prérequis : Chimie Organique 1 et 2

Programme
Cet enseignement fait suite aux enseignements de chimie organique, CO1 et CO2, qui seront complétés dans cette UE. Les connaissances des étudiants en chimie organique seront appliquées dans des exemples de synthèses multi-étapes et approfondies à l'aide des réactions nouvelles et à travers des mécanismes détaillés concernant les dérivés azotés, arènes, réactifs organométalliques et de réaction d'oxydo-réduction. En fin de cet enseignement, les étudiant-e-s maîtriseront les inter conversions des groupes fonctionnels en jouant la sélectivité à l'aide ou sans des groupes protecteurs.

-Initiation à la synthèse multi-étapes
-Composés azotés
-Arènes (niveau 2)
-Composés organométalliques
-Réactions d'oxydation et de réduction
-Groupes protecteurs et applications en synthèse

Acquis attendus
Maitriser les concepts : substitution nucléophile aromatique (SNAr) ; réactions de condensation (AN-1,2
et AN-1,4) ; sélectivité et groupes protecteurs ; composés multi-fonctionnels ; synthèse multi-étape.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

CINETIQUE CHIMIQUE 1	

Prérequis : Aucun

Programme

• Vitesse de réaction ; Effet de la température sur une vitesse de réaction (relation d'Arrhenius) ; Méthodes expérimentales ; Réactions élémentaires, réactions complexes et mécanisme réactionnel.

• Lois des vitesses des réactions chimiques : expression de la concentration des réactifs en fonction du temps : forme intégrée des équations de vitesse ; détermination expérimentale des ordres partiels.

• Cinétique des réactions complexes : réactions réversibles ou opposées ; réactions jumelles ; réactions compétitives ; réactions successives ; approximation de l'état quasi-stationnaire (AEQS) ; principe de Bodenstein ; étape déterminante de la vitesse ; réactions successives impliquant une réaction réversible ; séquences ouvertes séquences fermées ; énergie d'activation pour une réaction complexe.

• Introduction à la catalyse : généralités, catalyse enzymatique (mécanisme de Michaelis-Menten).

Acquis attendus

• Mettre en équation un problème cinétique
• Ecrire une loi de vitesse
• Déterminer un ordre partiel, l'ordre global
• Réaliser les approximations adéquates
• Traiter un mécanisme réactionnel.

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Cours magistraux & TD (travail en groupe) en étroite coordination.

PHYSIQUE EXPERIMENTALE 3	

Prérequis : UE Outils numériques pour la physique (S1) ; UE Physique expérimentale 1 (S2) ; UEs Physique expérimentale 2 et Electrocinétique et Électromagnétisme en régime quasi-stationnaire (S3)
• Compétences expérimentales :
- Électrocinétique : faire un circuit avec deux dipôles, le vérifier ; mesurer une tension
- Oscilloscope : savoir le brancher, observer un signal périodique, une impulsion, mesurer une tension, une durée
- Mesures de longueur, de masse, de durée
- Savoir estimer et calculer les incertitudes (systématiques/stochastiques),
- Savoir consigner des données dans un tableau sur ordinateur, tracer un graphe avec barres d'erreur à l'ordinateur, ajuster d'une courbe théorique (linéaire ou non) sur des données expérimentales

Programme
• Contenu méthodologique et thématique des séances :
- Étude expérimentale des oscillations (électrocinétique, acoustique, mécanique) pour un système à un degré de liberté en régimes libre et forcé : comment les produire, les mesurer, les entretenir ; amortissement, fréquence…
- Étude expérimentale des ondes progressives et stationnaires (électromagnétisme, acoustique, mécanique) : atténuation, conditions aux bords, réflexion, dispersion, noeuds, ventres, longueur d'onde, célérité, ...
- Étude expérimentale des ondes progressives vectorielles : polarisation, guides d'ondes
• Expériences réalisées par tous les étudiants pendant 7 semaines de travaux pratiques :
- Système masse-ressort amorti (libre et forcé)
- Résonateur de Helmholtz
- Circuit RLC série (libre et forcé)
- Corde de Melde et tube de Kundt
- Ondes ultrasonores (mesure de la célérité)
- Câble coaxial
- Ondes électromagnétiques centimétriques : polarisation, guide d'ondes
• Projets au choix par binôme pendant 4 semaines :
- Instruments de musique à vent
- Mesure du temps : oscillateur à quartz
- Récupérer l'énergie des vagues
- Mesure de débit, de vitesse de fluide par effet Doppler
- Spectre de vibrations de membranes ou d'objets 2D (figures de Chladni)
- Moteur électrique
- Filtrage électronique ou acoustique
- Étude de systèmes d'oscillateurs mécanique ou électronique couplés
- Téléphone en pots de yaourt et fil (bande passante, coefficient de transmission en amplitude en fonction de la fréquence, délai de transmission, dispersion éventuelle)
- Rides gravito-capillaires à la surface d'un liquide
- Diffraction et interférences avec des ultrasons
- Fabry-Pérot avec les microondes

Acquis attendus

• Compétences expérimentales

- Électrocinétique : faire un circuit à trois dipôles et plus, deux boucles et plus, le vérifier
- Mécanique, acoustique : savoir combiner plusieurs appareils (GBF, oscilloscope...) pour monter une expérience en autonomie
- Plus généralement, devenir autonome dans le «débogage» de son expérience, proposer et mettre en oeuvre des mesures complémentaires afin de vérifier son montage ; proposer un plan de mesure puis un montage expérimental pour répondre à une question physique (projet)
- Oscilloscope : caractériser plusieurs signaux sinusoïdaux sur plusieurs voies ; caractériser plusieurs impulsions sur plusieurs voies ; utiliser le déclenchement automatique ; faire une wobbulation ; éventuellement utiliser les fonctions +, -, FFT

• Analyse de données

- Mesures : savoir calculer les incertitudes en autonomie, et discuter les sources d'incertitudes (systématiques / stochastiques)
- Savoir faire un ajustement linéaire ou non linéaire de données expérimentales avec un modèle théorique

• Autres compétences visées

- Savoir discuter la pertinence d'un modèle au vu des résultats expérimentaux
- Savoir rédiger un compte-rendu compréhensible avec description du montage, de la méthode et des résultats
- Renforcer la compréhension des notions introduites dans les UE théoriques sur les thèmes oscillateurs/ondes

Organisation pédagogique

Forme de l'enseignement et déroulement des séances : Pendant 7 semaines, un cours hebdomadaire de 1h30 et une séance hebdomadaire de 3h de travaux pratiques (travail en binôme).

• Les cours magistraux auront pour but de :

- Introduire (avec démonstration) de nouvelles techniques expérimentales exploitées dans le TP de la semaine ;
- Introduire ou rappeler quelques concepts physiques ;
- Rappeler la démarche d'établissement des modèles théoriques
- Motiver (en citant des applications dans la recherche, l'industrie ou la vie quotidienne) les expériences réalisées en TP.

THEORIE DES GROUPES	

Prérequis : Algèbre linéaire, structure électronique, représentation spatiale des molécules

Programme
Groupes de symétrie : détail des opérations de symétrie. Groupes de symetrie, Nomenclature. Représentation des opérations de symétrie, représentations irréductibles, tables de caractères. Décomposition des representations irreductibles en representations reductible
Application à la mécanique quantique et aux spectroscopies; liaison chimique, diagramme orbitalaire des molécules polyatomiques, symétrie d'une fonction d'onde polyélectronique, termes spectroscopiques, spectroscopies électronique et vibrationnelle

Acquis attendus
Opération de symétrie, groupe de symétrie, représentation, caractère, formule de réduction. Application en liaison chimique et en spectroscopie

Organisation pédagogique
14 heures CM et 16 heures TD.

ENERGIE ET CLIMAT	

Prérequis : Aucun

Programme
• La démarche scientifique
- qu'est-ce que la science, comment se construit-elle
- science, croyances, pseudo-science
- Internet et la diffusion des connaissances
- risque et danger, santé humaine, environnement
• La crise climatique
- climatologie et météorologie
- sciences du climat : modélisation, observations, mesures
- fonctionnement de l'effet de serre, modèle en couche de l'atmosphère
- gaz à effet de serre
- réchauffement climatique (augmentation des GES, rétroaction, forçages)
- observations du réchauffement
• L'énergie et le CO2
- qu'est-ce que l'énergie ? : définitions physique et sociétale
- sources et vecteurs
- différents types d'énergie, taux de retour énergétique
- études de cas : France, Allemagne
- population, croissance, évolution, différentes régions du monde, scénarios futurs
- le carbone : cycle du carbone ; faire un bilan carbone ; ce qu'il reste à émettre
• Éventail des solutions
- transition énergétique : décarboner nos sociétés
- économies d'énergie
- pompage et stockage du CO2
- adaptation
• La crise écologique et sanitaire
- ressources finies
- crise de la biodiversité, pollutions
- crise sanitaire : effets sur l'homme
• Sciences humaines et sociales : notions d'économie climatique

Acquis attendus
Acquérir des notions de base scientifiques sur le réchauffement climatique, l'énergie et les crises environnementales.

Organisation pédagogique
Cours magistraux en amphi, avec des interventions spécialisées.

PRÉPARATION AU CONCOURS DU CAPES DE PHYSIQUE-CHIMIE	

Prérequis : Spécialité Physique-Chimie de Terminale

Programme
Revoir le programme de Physique et de Chimie de Terminale, essentiellement par la résolution de problèmes et d'exercices extraits d'annales des concours du CAPES.
Une introduction à la didactique sera proposée autour de questions relatives à la mécanique et à l'optique géométrique.

Acquis attendus
Maîtriser parfaitement les programmes de Physique et de Chimie des classes de Première et de Terminale. Comprendre les difficultés conceptuelles d'apprentissage.

Organisation pédagogique
Cours/TD.

SEMESTRE 5

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Mécanique quantique	4.5
Spectroscopie	4.5
Electromagnétisme et Optique Ondulatoire	6
Thermodynamique chimique	3
Chimie inorganique moléculaire	3
Bloc transverse	
Anglais	3
Préparation aux concours (CAPES, Agregation)	6

MECANIQUE QUANTIQUE ET SPECTROSCOPIES

Description des enseignements :

Mécanique quantique :
La mécanique quantique est l'outil de base de la description moderne de la matière et permet la description du comportement des particules à l'échelle microscopique. Elle est indispensable à de nombreux domaines de la chimie et de la chimie physique Le but de cette UE est d'en expliquer les fondements. L'enseignement comportera les yitems suivant : Historique, outil mathématiques, principes de la mécanique quantique, mesures en mécanique quantique, particule dans un puits de potentiel carrée, effet tunnel, quantification de l'énergie, oscillateur harmonique, moment cinétique, atome d'hydrogène.

Spectroscopies :
Les domaines spectraux seront étudiés de manière approfondie, avec les spectroscopies atomique, de résonance magnétique nucléaire, électronique, de rotation et de rotation-vibration des molécules. Une fois les notions théoriques fondamentales acquises, on mettra en évidence la complémentarité des techniques spectroscopiques, dans le cadre d'étude de cas concrets. Les applications concerneront la chimie de la phase condensée, et de la phase gaz avec notamment, dans le cadre de la transition écologique, l'étude de l'origine moléculaire et de l'impact du réchauffement climatique qui résulte de l'absorption du rayonnement thermique infrarouge par les gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère par l'activité humaine.

Prérequis Outil physique et mathématique S3
TP de Chimie Organique et Analyse Structurale S3
Liaison chimique 1 S3
Théorie des Groupes S4

Mots clefs : Quantification de l'énergie, hamiltonien, fonction d'ondes, atomes
Bases théoriques solides et applications, Atomique, RMN, IR, UV-visible, gaz à effet de serre

Volume horaire : 40 heures CM et 40 heures TD

OPTIQUE ONDULATOIRE ET ELECTROMAGNETISME DANS LES MILIEUX

Programme

PARTIE 1 : Électromagnétisme dans les milieux

1. Équations de Maxwell : polarisation, aimantation, prise en compte des charges et des courants totaux, relations constitutives.
2. Lumière polarisée : production et analyse, biréfringence, manipulation (on utilisera le formalisme de Jones et la sphère de Poincaré), ouverture vers la physique quantique.
3. Modèle de Drude-Lorentz : définition et application dans le cas des milieux diélectriques, (à partir de 2020-21 aussi des conducteurs, plasmas (permittivité, susceptibilité, dissipation, régimes limites et relation de dispersion)).
4. Réflexion et transmission à l'interface entre deux diélectriques : coefficients de réflexion et transmission.

PARTIE 2 : Optique ondulatoire

5. Interférences : conditions pour observer l'interférence, dispositifs interférentiels par division de front d'onde (trous d'Young, réseaux), par division d'amplitude (Michelson, Fabry-Perot).
6. Diffraction : principe de Huygens-Fresnel, diffraction de Fraunhofer, diffraction de Fresnel.
7. Optique de Fourier : rappels sur la transformée de Fourier, calcul de figures de diffraction, filtrage de fréquences spatiales.

Acquis attendus :

Savoir exprimer les grandeurs pertinentes décrivant le comportement des milieux soumis à une onde électromagnétique.
Savoir expliquer les différents comportements des milieux en utilisant le modèle de Drude-Lorentz.
Savoir exprimer et manipuler la polarisation de la lumière en utilisant le formalisme de Jones.
Connaître les conditions pour observer des interférences de la lumière et savoir expliquer le fonctionnement de divers dispositifs expérimentaux (division de front d'onde, division d'amplitude, ondes multiples)
Connaître la théorie de la diffraction et l'optique de Fourier (avec application au filtrage spatial).
Outils mathématiques : algèbre linéaire des matrices (matrices de transfert entre deux milieux, polarisation, interférences à ondes multiples…) ; transformée de Fourier (diffraction de Fraunhofer)
Compétences expérimentales : Analyse et manipulation de la polarisation, dispositifs d'interférence, dispositifs de diffraction.

THERMODYNAMIQUE CHIMIQUE

Programme

1. Définitions et principes
- Systèmes, équilibre thermique, température
- Principes de la thermodynamique et fonctions d'état U, H, S et G

2. Grandeurs thermodynamiques
- Grandeurs molaires partielles – potentiel chimique
- Grandeur de réaction

3. Evolution et équilibre
- Evolution des systèmes, variance et déplacement d'équilibre
- Applications aux diagrammes de zones (Ellingham, Pourbaix)

4. Changement d'états et mélanges
- Transformation physique des corps purs (Diagrammes de phases et interfaces entre 2 phases)
- Les mélanges simples (Diagrammes binaires liquide/gaz et solides/liquides isobares)
-

Acquis attendus :

Le but de l'UE est dans un premier temps de consolider les connaissances acquises en thermodynamique S3 concernant les bases de la thermodynamique (Définitions, Principes, équilibres) et de les étendre à des systèmes plus complexes ou impliquant plusieurs phases.

CHIMIE INORGANIQUE MOLECULAIRE

Programme :
Les complexes des métaux de transition : nomenclature, modèle de Green
Le modèle du champ cristallin : rappels et applications à la réactivité (substitution de ligands, transferts d'électrons par sphère externe et sphère interne)
Diagramme d'énergie d'orbitales moléculaires des complexes, ligands sigma-donneur, pi-donneur et pi-accepteur
Propriétés optiques : termes spectroscopiques de l'ion libre, notation de Russell-Sanders, états spectroscopiques des complexes, transitions d-d, approches champ faible et champ fort, diagrammes d'Orgel, diagrammes de Tanabo-Sugano
Propriétés magnétiques : diamagnétisme et paramagnétisme, aimantation et susceptibilité magnétique, loi de Curie-Weiss
Objectif : Comprendre la réactivité, les propriétés optiques et magnétiques des complexes des métaux de transition.

Acquis attendus : Complexes de coordination, métaux de transition, orbitales d, spectroscopie, magnétisme

PREPARATION AUX CONCOURS (CAPES, AGREGATION)

Programme :
Les programmes de Physique et Chimie de L1 et L2 seront revus, essentiellement via la résolution de problèmes et d'exercices extraits des concours du CAPES et de l'Agrégation. L'objectif premier de ce cours est de préparer les étudiants aux deux épreuves écrites du CAPES de Physique-Chimie en fin de L3. Les étudiants pourront se focaliser plus sur la discipline majeure qu'ils vont passer au concours mais les deux disciplines seront préparées à parts égales. Cet enseignement constitue également une bonne préparation au concours de l'Agrégation.

Acquis attendus : Maitrise du programme de Physique et de Chimie niveau L2. Capacité à réussir une épreuve en temps limité portant sur un programme vaste.

SEMESTRE 6

UNITES D'ENSEIGNEMENTS	ECTS
Bloc fondamental	
Mécanique des fluides	6
Traitement du signal	3
Physique par les capteurs	3
Liaisons chimiques et réactivité	6
Polymères	3
Electrochimie	3
Bloc transverse	
Préparation aux concours (CAPES, Agrégation)	6

MECANIQUE DES FLUIDES

Programme :

1. Milieu continu, fluide
2. Contraintes, pression, viscosité
3. Hydrostatique : équilibre local, loi de Pascal, interfaces
4. Tension superficielle : loi de Laplace, longueur capillaire, loi de Jurin, mouillage
5. Cinématique : champ des vitesses et des accélérations, déformation, vorticité, écoulements stationnaires, écoulements irrotationnels.
6. Bilans : conservation de la masse, bilan de volume, bilan de quantité de mouvement (nombre de Reynolds, équation d'Euler, équation du son), conservation de l'énergie (Bernoulli)
7. Ecoulement potentiels : écoulements élémentaires, écoulements combinés, ondes de surface.

Travaux pratique : Hydrostatique et capillarité – Bernoulli – Ondes de surface

Acquis attendus :

Savoir appliquer les équations de l'hydrostatique dans un fluide et à l'interface entre deux fluides ou entre un solide et un fluide.

Maitriser les bilans de masse, volume, quantité de mouvement et énergie et leurs applications dans les écoulements simples.

Connaître les bases des écoulements potentiels.

TRAITEMENT DU SIGNAL

Programme :
Analyser des données va aujourd'hui beaucoup plus loin que le « simple » traitement du signal tel qu'on l'entend classiquement. Le développement des méthodes dites de « Big data » et/ou de « Machine learning » impose que tout scientifique ait un vernis de base sur ce que recouvre ce vocabulaire.
Ce cours tentera donc de montrer quelques exemples de méthodes classiques ou moins classiques permettant d'aller « chercher de l'information » dans des données, quelle que
soit l'origine de celles-ci. Compte tenu du temps disponible, la part traditionnellement consacrée au « traitement du signal » proprement dit est donc réduite. Compte tenu du bagage probable des étudiants, le contenu mathématique est également réduit au minimum et certains formalismes classiques (transformée en z par exemple) à peine esquisses.
En revanche, on tentera de s'appuyer le plus possible sur les données expérimentales acquises dans l'UE de « Physique expérimentale avancée » et de fournir les outils théoriques nécessaires à leur exploitation. Une part d'improvisation, dans la dernière partie du cours, est donc pleinement assumée.
• Introduction : exemples de signaux et de données.
• Outils mathématiques. Quelques théorèmes indispensables, rappels de transformée de Fourier, définitions. Fonctions de distribution.
• Échantillonnage et interpolation.
• Corrélation.
• Décomposition et analyse spectrale
• Filtrage et lissage.
• Traitement des images numériques.
• Moindres carrés. Maximum de vraisemblance. Modèles.
• Tests statistiques.
• Séries temporelles.

PHYSIQUE PAR LES CAPTEURS

Programme :
Comprendre le principe physique et le fonctionnement de capteurs destinés à mesurer positions, accélérations, température, rayonnement…
Mettre en œuvre ces capteurs pour réaliser des expériences simples de mécanique, de thermodynamique ou d'optique.

Acquis attendus :
Maîtrise de nombreux outils expérimentaux. Réinvestissement et approfondissement des connaissances en mécanique, thermodynamique électromagnétisme vues en licence. Notions de métrologie**.**

LIAISONS CHIMIQUES ET REACTIVITE

Programme :
Cet enseignement a pour objectif de fournir les bases de la chimie orbitalaire et de montrer son utilité dans des applications empruntées à des problèmes de chimie organique et inorganique.
A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura :

- Déterminer les orbitales frontières de dérivés conjugués simples
- Interpréter à l'aide des orbitales frontières les réactions péricycliques en terme de réactivité absolue et relative, de régiosélectivité et de stéréosélectivité
- Décrire la structure électronique d'un composé de coordination et interpréter leurs propriétés optiques, magnétiques et quelques propriétés de réactivité.

1. Construction qualitative de diagrammes d'orbitales moléculaires pour des molécules polyatomiques : méthodes de fragments.
2. Etude des systèmes conjugués : Méthode de Hückel simple pour les systèmes conjugués.

Orbitale moléculaire
Représentation graphique du recouvrement
Intégrale de résonance
Résolution de l'équation de Schrödinger dans le cas général
Energie et fonctions d'onde pour la molécule H2
Méthode de Hückel simple : déterminant et résolution
Rôle de la symétrie
Polyènes et annulènes

3. Introduction à l'étude de la réactivité :

- Description d'une réaction chimique
- Approximation des orbitales frontières
- Applications aux réactions de cycloaddition
- Mécanisme SN2

4. Chimie inorganique moléculaire : Structure électronique des complexes

Généralités sur les éléments d. Les orbitales d.
Les Orbitales Moléculaires dans les complexes.
Exemples des complexes de symétrie Oh et D4h

5. Photochimie : Introduction à la réactivité à l'état excité

- Phénomène d'absorption, processus radiatifs et non-radiatifs, états excités
- Exemple de réactions Photochimiques : Photo-dissociation, Transfert d'électron photo-induit

Acquis attendus : Savoir construire les diagrammes orbitalaires de composés organiques simples (diatomiques et triatomiques). Diagramme de Walsh et géométrie des molécules.
Savoir déterminer les orbitales frontières de dérivés conjugués simples. Savoir interpréter à l'aide des orbitales frontières les réactions péricycliques en termes de réactivité absolue et relative, de régiosélectivité et de stéréosélectivité. Savoir décrire la structure électronique d'un composé de coordination et interpréter leurs propriétés optiques, magnétiques et quelques propriétés de réactivité

ELECTROCHIMIE

Programme :
Cette UE de chimique physique fondamentale décrit les phénomènes chimiques couplés au transfert d'électron. L'enseignement s'organise autour de deux grands axes. Dans un premier temps, la thermodynamique du transfert d'électron est présentée, à travers l'introduction du potentiel électrochimique, la notion de chaîne électrochimique et la démonstration de l'équation de Nernst. Ces notions sont appliquées aux transformations réciproques de l'énergie chimique en énergie électrique (pile, accumulateur, électrolyseur). Les diagrammes E-pH sont ensuite introduits pour définir les domaines de stabilité de différentes espèces chimiques. Le second axe porte sur les aspects cinétiques du transport en solution (par migration, convection et diffusion) et du transfert d'électron à l'interface (équation de Butler-Volmer), et a pour objectif d'établir l'équation reliant l'intensité du courant électrique au potentiel dans certaines conditions limites (équation de Cottrell). Ces notions sont mises en pratique pour établir et analyser la morphologie de courbes intensité-potentiel en conditions stationnaires.

Acquis attendus :
Thermodynamique des espèces redox et compréhension de l'interface métal-solution. Processus de transport et rôle dans les systèmes électrochimiques

POLYMERES

Description des enseignements
-Définition et classification
Polymères synthétiques et naturels, organiques, inorganiques, polymères linéaires, ramifiés, réticulés, homopolymères, copolymères, nomenclature, masses molaires (moyennes, en nombre et en masse), degré de polymérisation, dispersité (indice de polymolécularité).
-Méthodes de synthèse
Polymérisation par étape et polymérisation en chaîne, polymérisation par addition (ionique, radicalaire, coordinative), polycondensation. Procédés de polymérisation : polymérisation en masse, en solution ou en milieu dispersé.
-Propriétés physiques et chimiques
Température de transition vitreuse (Tg), température de fusion (Tf), module d'Young, résistance à la traction, réactivité chimique, stabilité thermique, oxydative, hydrolytique, solubilité, influence de la structure sur les propriétés : cristallinité vs amorphisme, effets des groupes fonctionnels. Thermoplastiques, élastomères et thermodurcissables.
-Techniques de caractérisation
Détermination expérimentale des masses molaires, chromatographie d'exclusion stérique (SEC), mesure de pression osmotique et de viscosité), spectroscopies IR et RMN, spectrométrie de masse (MALDI-TOF), calorimétrie différentielle à balayage (DSC), analyse thermogravimétrique (TGA), Analyse mécanique dynamique (DMA).
-Applications
Applications des polymères dans la vie courante : plastiques, élastomères, fibres, composites.
Polymères fonctionnels et avancés : polymères conducteurs, polymères à mémoire de forme, autoréparants, hydrogels, applications dans l'électronique, la biomédecine, l'énergie.
Durabilité et innovations : pétrole et polymères, pollution, polymères biodégradables, recyclage des polymères.
Innovations récentes et perspectives.

Prérequis : Chimie organique L1, L2 et L3S5, chimie inorganique L2 et L3S5, techniques analytiques L2 et spectroscopie L3S5, cinétique L2.

Mots clefs : Classification des polymères, synthèse des polymères, propriétés des polymères, caractérisation de polymères, applications des polymères.

Volume horaire : 10 heures CM et 14 heures TD

PREPARATION AUX CONCOURS (CAPES, AGREGATION)

Programme :
Les programmes de Physique et Chimie de L1 et L2 seront revus, essentiellement via la mise en place d'expériences de Physique ou de Chimie, suivant la majeure disciplinaire choisie au concours. Une préparation spécifique aux épreuves d'admission du CAPES sera proposée, via des oraux blancs. Des éléments de pédagogie et de didactique seront aussi introduits, via des documents provenant d'annales du concours du CAPES. Cet enseignement est également une très bonne préparation aux épreuves orales et notamment de montage de l'Agrégation.

Acquis attendus : Maitrise du programme de Physique et de Chimie niveau L2. Capacité à mettre en place une expérience en Physique ou en Chimie, prendre des mesures, les analyser et les présenter devant un jury.