**Licence de Physique : Mention Physique et Energie**

**Semestre -1-volume horaire : 28h**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle  (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **UE : Mathématiques 1** | **UEF110** | **UEF111** | **Algèbre 1** | **1,5** | **1,5** |  |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **X** |
| **UEF112** | **Analyse 1** | **1,5** | **1,5** |  |  | **3** | **1,5** |  | **X** |
| **2** | **UE : Chimie 1** | **UEF120** | **UEF121** | **Chimie générale** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **1,5** | **1.5** |  | **X** |
| **3** | **UE :Physique 1** | **UEF130** | **UEF131** | **Mécanique 1** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **3** | **6** | **2** | **3.5** |  | **X** |
| **UEF132** | **Optique**  **& instruments** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **3** | **1.5** |  | **X** |
| **4** | **UE : Physique 2** | **UEF140** | **UEO141** | **Electrostatique** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **5** | **UE : Informatique 1** | **UEF150** | **UEF151** | **Algorithmique & programmation** | **1.5** |  | **1,5** |  | **4** | **4** | **2** | **2** | **X** |  |
| **6** | **UE : Unité transversale** | **UET** |  | **Anglais/2cn/ Entreprise** |  | **3** |  |  | **6** | **6** | **1- 1- 1** | **3** | **X** |  |
| **TOTAL** | |  | |  | **10.5** | **12** | **5,5** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -2 volume horaire : 27h30**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle  (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **UE : Mathématiques 2** | **UEF210** | **UEF211** | **Algèbre 2** | **1,5** | **1,5** |  |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **X** |
| **UE212** | **Analyse 2** | **1,5** | **1,5** |  |  | **3** | **1,5** |
| **2** | **UE : Physique 3** | **UEF220** | **UEF221** | **Mécanique 2** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **3** | **UE : Physique 4** | **UEF230** | **UEF231** | **Magnétostatique & Phénomènes d’induction** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **3** | **7** | **1,5** | **3,5** |  | **X** |
| **UEF232** | **Electrocinétique & circuits électriques** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **2** |
| **4** | **UE : Chimie** | **UEF240** | **UEF241** | **Chimie2** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **UEF242** |
| **5** | **UE : Informatique 2** | **UEF250** | **UEO251** | **Programmation et interfaçage** | **1,5** |  | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** | **X** |  |
| **UEO252** |
| **6** | **UE : Transversale** | **UET210** | **UET261** | **Langues/2cn/entreprise** |  | **3** |  |  |  | **5** | **2,5** | **2,5** | **X** |  |
| **TOTAL** | | **Com :** | |  | **10,5** | **12** | **5** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

S**emestre -3 volume horaire : 28 heures**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **UE : Mathématiques** | **UEF310** | **UEF311** | **Méthodes mathématiques pour la physique** | **1.5** | **1.5** |  |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
|  |
| **2** | **UE : Mécanique des fluides 1-Thermodynamique** | **UEF320** | **UEF321** | **Mécanique des fluides 1** | **1,5** | **1,5** | **0,5** |  | **4** | **7** | **2** | **4** |  | **X** |
| **UEF322** | **Thermodynamique** | **1,5** | **1,5** | **0,5** |  | **3** | **2** |
| **3** | **UE : Conduction et convection** | **UEF330** | **UEF331** | **Conduction** | **1,5** | **1,5** | **0,5** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **X** |
| **UEF332** | **Convection** | **1,5** | **1,5** | **0,5** |  | **3** | **1,5** |
| **4** | **UE : Electromagnétisme** | **UEF340** | **UEF341** | **Electromagnétisme** | **1.5** | **1,5** | **1** |  | **5** | **5** | **2** | **2** | **X** |  |
| **5** | **UE : Option de parcours** | **UEO350** | **UEO351** | **Option :** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **6** | **UE :Transversale** | **UET360** | **UET361** | **Langues/2cn/entreprise** |  | **3** |  |  | **4** | **4** | **2** | **2** | **X** |  |
| **TOTAL** | | **Com :** | |  | **10,5** | **13,5** | **4** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -4 volume horaire : 28 heures**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
|
| **1** | **UE : Electronique et Métrologie**  **Com :** | **UEF410** | **UEF411** | **Electronique** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **3** | **5** | **2** | **3,5** |  | **X** |
| **UEF412** | **Métrologie** | **1,5** |  | **1** |  | **2** | **1.5** |  | **X** |
| **2** | **UE : Rayonnement**  **Com :** | **UEF420** | **UEF421** | **Rayonnement** | **1,5** | **1,5** |  |  | **4** | **4** | **1,5** | **1,5** |  | **X** |
| **3** | **UE : Mécanique des fluides 2-Thermodynamique appliquée**  **Com :** | **UEF430** | **UEF431** | **Mécanique des fluides 2** | **1.5** | **1 ,5** | **1** |  | **3** | **6** | **2** | **4** |  | **X** |
| **UEF432** | **Thermodynamique appliquée** | **1.5** | **1.5** | **1** |  | **3** | **2** | **X** |
| **4** | **UE : Options** | **UEO440** | **UEO441** | **Option 1 :** | **1,5** | **1,5** | **1,5** |  | **3** | **5** | **1,5** | **3** |  | **X** |
| **UEO442** | **Option 2 :** | **1,5** | **1,5** |  |  | **2** | **1,5** | **X** |
| **5** | **UE :Transversale** | **UET450** | **UET451** | **Langues/2cn/entreprise** |  | **3** |  |  | **4** | **4** | **3** | **3** | **CC** |  |
|  | **Activités pratiques** |  |  |  |  |  |  | **4** |  | **6** |  |  |  |  |
| **TOTAL** | | **Com :** | |  | **10,5** | **12** | **5,5** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -5 volume horaire : 28 heures**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **UE : Transport dans les fluides** | **UEF510** | **UEF511** | **Transport de matière.** | **1,5** | **1 ,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **2** | **UE : Energies renouvelables** | **UEF520** | **UEF521** | **Energies renouvelables** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **3** | **UE : Simulation numérique** | **UEF530** | **UEF531** | **Simulation numérique** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **2** | **2** | **X** |  |
| **4** | **UE :Matériaux pour l’énergie** | **UEF540** | **UEF541** | **Matériaux** | **1,5** | **1 ,5** |  |  | **2** | **4** | **1,5** | **3** |  |  |
| **UEF542** | **Production, conversion et stockage** | **1.5** | **1.5** |  |  | **2** | **1,5** |
| **5** | **UE : Options** | **UEO550** | **UEO551**  **UEO552** | **Option 1 :** | **1,5** | **1,5** | **1,5** |  | **2** | **4** | **1,5** | **3** |  |  |
| **Option 2 :** | **1,5** | **1,5** |  |  | **2** | **1,5** |
| **6** | **UE :Transversale** | **UET560** | **UET51** | **Langues/2cn/entreprise** |  | **3** |  |  | **4** | **4** | **3** | **3** | **X** |  |
|  | **Activités pratiques** |  |  |  |  |  |  | **4** | **6** | **6** |  |  |  |  |
| **TOTAL** | | **Com :** | |  | **10,5** | **13,5** | **4,5** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Semestre -6 volume horaire :21,5 heures**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)** | | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **UE : Energie et environnement** | **UEF610** | **UEF611** | **Energie et environnement** | **1,5** | **1,5** | **1** |  | **4** | **4** | **3** | **3** |  | **X** |
| **2** | **UE : Maîtrise de l’énergie** | **UEF620** | **UEF621** | **Efficacité et audit énergétique** | **1,5** | **1,5** |  |  | **2** | **4** | **2** | **4,5** |  | **X** |
| **Physique du bâtiment** | **X** |
| **1,5** | **1,5** | **1** | **2** | **2,5** |
| **3** | **UE : Options** | **UEO630** | **UEO631** | **Option1** | **1,5** | **1,5** | **1,5** |  | **4** | **4** | **2,5** | **2,5** |  | **X** |
| **4** | **UE : Option** | **UE0640** | **UEO641** | **Option 2** | **1,5** | **1,5** |  |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **X** |
| **5** | **UE :Transversale** | **UET650** | **UET651** | **Langues/2cn/entreprise** |  | **3** |  |  | **4** | **4** | **3** | **3** | **X** |  |
|  | **Activités pratiques** |  |  |  |  |  |  | **8** | **10** | **10** |  |  |  |  |
| **TOTAL** | | **Com :** | |  | **7,5** | **10,5** | **3,5** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Liste éventuelle des options:**

* Physique du bâtiment
* Energie nucléaire
* Aérodynamique
* Interaction rayonnement matière
* Milieux poreux
* Energie photovoltaïque 2

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 1

**Titre du Module : Algèbre 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Groupe, anneau, corps,** |
| **Chapitre 2** | **Notions sur les polynômes** |
| **Chapitre 3** | **Notions sur les fractions rationnelles** |
| **Chapitre 4** | **Espaces vectoriels**   * sous-espaces, * familles libres, * bases des espaces de dimension finie * espace vectoriel de fonctions |

**Titre du Module : Analyse 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Corps des réels** |
| **Chapitre 2** | **Titre: Suites numériques**   * **Suites** Arithmétiques, * Suites géométriques et de Cauchy, * convergence, * critères de convergence |
| **Chapitre 3** | **Fonctions d'une variable réelle à valeur réelle**:   * Limites, * continuité, * dérivées, dérivée de fonction composée, * théorème des accroissements finis, * formules de Taylor. |
| **Chapitre 4** | **Titre : Fonctions à plusieurs variables réelles à valeur réelle**   * Continuité, * dérivées partielles, * extrema, * formule de Taylor à l’ordre 2 et plus   . |

**Titre du Module : Chimie générale**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Notions d’atomistique**   * L'atome, le tableau périodique * rayonnement et excitation des atomes. * Principes physiques du modèle de Bohr, * insuffisance du modèle classique et présentation du modèle quantique. * Atome d'hydrogène et polyélectronique. * Configuration électronique et remplissage des orbitales (principe Aufbau, règle de Hund, postulat de Pauli). |
| **Chapitre 2** | **Titre:Introduction à la chimie des solutions**   * Acides et bases en solution aqueuse. * Equilibres d’oxydo-réduction. * Piles. |
| **Chapitre 3** | **Introduction à la Thermodynamique chimique**   * Grandeurs thermodynamiques * Principes de la thermodynamique * Application du premier et deuxième principe aux réactions chimiques : * grandeurs de réaction, potentiel chimique principe d’évolution et d’équilibre |

**Titre du Module :Mécanique 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Pré requis et outils mathématiques**   * Calcul vectoriel : produit scalaire (norme), produit vectoriel, Fonctions à plusieurs variables, dérivation * Analyse vectorielle : les opérateurs gradient, rotationnel,… * Les systèmes de coordonnées : le système cartésien, cylindrique et sphérique (expliquer leur intérêt en physique en général et en mécanique en particulier) |
| **Chapitre 2** | **Titre :Cinématique du point matériel**   * Notion de référentiel et de repérage d’un point matériel * Définition du vecteur vitesse et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique et sphérique) * Définition du vecteur accélération et son expression dans les différents systèmes de coordonnées (système cartésien, cylindrique et sphérique) * Définition de la base de Serret-Frenet : Notion d’abscisse curviligne et sa signification, expression de la vitesse et de l’accélération dans la base de Serret-Frenet, notion de vecteur tangent et normal, définition du rayon de courbure et du centre de courbure (à chaque fois, la signification physique de chaque grandeur sera précisée). |
| **Chapitre 3** | **Titre : Changement de référentiel-Composition des mouvements**   * Notion d’observateur, Définitions des vecteurs position, vitesse et accélération par rapport à deux référentiels différents : Interprétation physique * Relation entre les vecteurs vitesse définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des vitesses : Interprétation physique * Relation entre les vecteurs accélération définis par rapport à deux référentiels différents : loi de composition des accélérations : Interprétation physique |
| **Chapitre 4** | **Titre : Dynamique du point matériel**   * Les lois de Newton : Principe fondamental de la dynamique et notion de référentiel galiléen * Approfondissement de la notion de référentiel galiléen : exemples de référentiels galiléens par rapport à un mouvement prédéfini * Principe fondamental par rapport à un référentiel non galiléen : notion de forces d’inertie * Théorème du moment cinétique * Notion de travail et de puissance d’une force par rapport à un référentiel * Notion de mouvement sans frottements * Théorèmes énergétiques : théorème de l’énergie cinétique, théorème de l’énergie mécanique |

**Titre du Module :Optique géométriqueet instrumentations**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Fondements de l'optique géométrique**   * Notions sur les ondes, longueur d'onde, plans d'onde, indice de réfraction d'un milieu * Principe de propagation rectiligne de la lumière * limite de validité de l'optique géométrique * chemin optique et principe de Fermat * Lois de Descartes |
| **Chapitre 2** | **Formation des images**   * Objets et images * aplanétisme * systèmes centrés dans l'approximation de Gauss * notion de stigmatisme |
| **Chapitre 3** | **Systèmes optiques à faces planes**   * Miroirs plans * dioptres plans * systèmes à faces parallèles * formules de conjugaison dans l'approximation de Gauss * prisme |
| **Chapitre 4** | **Systèmes optiques à faces sphériques**   * Miroirs sphériques * dioptres sphériques * Formules de conjugaison dans l'approximation de Gauss * lentilles minces * formules de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince * construction d'images |

**Titre du Module : Electrostatique**

**Volume horaire : 56 heures (28 h : Cours, 28 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Charge électrique et interaction électrostatique**   * Electrisation et charges électriques * Force d’interaction électrostatique-Loi de Coulomb * Distribution continue de charges-Densité de charges * Applications |
| **Chapitre 2** | **Titre :Champ et potentiel électrostatiques**   * Champ crée par: une charge ponctuelle, un système de charges et une distribution continue de charges * Circulation du champ électrostatique, potentiel électrostatique * Relation entre champ et potentiel électrostatiques * Applications |
| **Chapitre 3** | Titre : Flux du champ électrostatique – Théorème de Gauss   * Flux du champ et théorème de Gauss * Notion de symétries * Application du théorème de Gauss au calcul du champ électrostatique * Exemples d’application * Relations de passage * Equations locales du champ et du potentiel |
| **Chapitre 4** | **Titre : Energie électrostatique**   * Energie potentielle d’interaction d’un système de charges ponctuelles, * Energie électrostatique d’une distribution continue de charges |
| **Chapitre 5** | **Titre : Dipôle électrostatique**   * Dipôle électrostatique isolé : définition, moment dipolaire, potentiel électrostatique, champ électrostatique, lignes de champ et surfaces équipotentielles * Dipôle dans un champ extérieur |
| **Chapitre 6** | **Titre : Les conducteurs en équilibre électrostatique**   * A- Conducteur en équilibre électrostatique : Généralités, propriétés d’un conducteur en équilibre électrostatique, champ au voisinage d’un conducteur en équilibre (théorème de Coulomb), pression électrostatique, pouvoir des pointes * B- Systèmes de conducteurs en équilibre électrostatique-Influence électrostatique * C- coefficients de capacité et d’influence d’un système de conducteurs en équilibre-les condensateurs, Associations de condensateurs. |

**Titre du Module:Algorithme et programmation**

**Volume horaire** : 14 heurescours (21 h : TD)

**Crédits** :,4 **Coefficient** : 2

**Mode d’évaluation** : régime mixte

**Contenu :**

**~~Titre du Module:Physique expérimentale 1~~**

**~~Volume horaire~~** ~~: 42 heures (42 h : TP)~~

**~~Crédits~~** ~~: 4,~~ **~~Coefficient~~** ~~: 3~~

**~~Mode d’évaluation~~** ~~: contrôle continu~~

**~~Contenu :~~**

~~Ce module de travaux pratiques porte sur les notions de base de mécanique et d’optique géométrique.~~ **~~Le programme détaillé sera fixé par le département concerné~~** ~~toutefois il doit contenir des expériences sur les mesures des vitesses et des accélérations de certains mouvements simples, la mesure de g, détermination de certaines lois de forces et des expériences sur le prisme, la dispersion de la lumière, les miroirs, l’association de miroirs, les lentilles (détermination de la distance focale, objet et image…), l’association des lentilles, étude de quelques instruments optiques, ainsi que des TP de simulations numériques ….~~

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 2

**Titre du Module : Algèbre 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre: Applications linéaires,**   * Homomorphisme, * endomorphismes, * matrices, changement de base * Théorème du rang, déterminant. |
| **Chapitre 2** | **Titre : Diagonalisation des matrices.**   * *Valeurs propres,* * *vecteurs propres,* * *matrices de passage* |
| **Chapitre 3** | **Titre : Systèmes linéaires** |

**Titre du Module : Analyse 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Fonctions analytiques usuelles**   * Fonction exponentielle, * Fonction logarithmique, * Fonctionhyperbolique, * Fonction réciproque * etc |
| **Chapitre 2** | **Titre : Développements limités** |
| **Chapitre 3** | **Titre : Primitives et intégrales**   * Introduction à la notion d'intégrale à l'aide d'aire, * théorème fondamental de l'analyse, * calcul de primitives, * intégration des fractions rationnelles, * techniques de calcul des primitives |
| **Chapitre 4** | **Titre : Notions sur les courbes paramétrées élémentaires et les courbes polaires** |
| **Chapitre 5** | **Titre : Equations différentielles linéaires** |

**Titre du Module : Mécanique 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre :** Dynamique d’un système de points matériels et d’un solide en rotation autour d’un axe fixe   * Centre de masse, référentiel barycentrique * Notion de forces intérieures et de forces extérieures * Energie cinétique et moment cinétique, équation du mouvement de translation et de rotation * Equations de conservation : Conservation de l’énergie, de la quantité de mouvement et du moment cinétique * Applications |
| **Chapitre 2** | **Titre :** Choc de deux particules   * Lois de conservation, choc à une dimension : chocs élastiques et chocs mous, chocs élastiques à deux dimensions * Applications |
| **Chapitre 3** | **Titre :** Interaction de gravitation   * Loi d’attraction universelle, champ de potentiel de gravitation, énergie potentielle de gravitation * Application aux mouvements des planètes |
| **Chapitre 4** | **Titre :** Oscillateurs harmoniques   * Description du mouvement * Etude énergétique * Analogie électromécanique |
| **Chapitre 5** | **Titre :** Oscillations libres, amorties et forcées   * Mise en équation et caractéristiques * Analogie électromécanique |

**Titre du Module : Magnétostatique et phénomène d'induction**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre: Courants et conducteurs**   * Densité de courant * Equation de continuité, * Loi d’Ohm. |
| **Chapitre 2** | **Titre: Champ magnétique**   * Loi de Biot et Savart, * théorème d’Ampère, * calcul de champs magnétiques créés par des courants permanents, * potentiel vecteur, * équations locales de la magnétostatique |
| **Chapitre 3** | * **Titre Phénomènes d’induction** * Phénomènes d’induction (circuit dans un champ magnétique variable et circuit mobile dans un champ magnétique permanent), * force de Laplace, * théorème de Maxwell, * énergie magnétique, * application aux circuits couplés |

**Titre du Module : Electrocinétique& circuits électriques**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Les circuits électriques**  Courant, tension: (Vecteur densité de courant, courant électrique, résistivité, lois d'Ohm, lois de Joule...)  Les dipôles électriques (actifs, passifs....)   * Point de fonctionnement Lois de Kirchoff (lois des nœuds, lois des mailles) |
| **Chapitre 2** | **Théorèmes généraux**   * Théorème de Millemann, Théorème de superposition, Théorème Thèvenin, Théorème de Norton, Théorème Kennely. |
| **Chapitre 3** | **Régimes transitoire**   * **Dipôles en régime transitoire**; Relations courant tension et dipôles passifs linéaires en régime variable ; * Systèmes du premier ordre ; Système du second ordre * Circuit LC, Circuit RL et Circuit RLC série. * Régime forcé du système ; Particularités des systèmes du second ordre |
| **Chapitre4** | **Régime Sinusoïdal**   * Notion d'impédance complexe * Propriétés et représentation ; Représentation des grandeurs sinusoïdales (Fresnel) ; Dipôles passifs en régime sinusoïdal (RLC) ; Puissance dissipée dans les dipôles passifs ; Adaptation d'impédance en puissance * 1 et 2 ordre Résonance, amortissement, facteur de qualité, facteur de puissance |
| **Chapitre5** | **Quadripôles linéaires**   * Représentation matricielle des quadripôles (matrices impédance, admittance, hybride h et g, signification physiques des paramètres, schéma équivalents, quadripôles réciproque et symétriques) * Quadripôles en charge (impédance d'entrée et de sortie, gain en courant, tension et en puissance) * Association |
| **Chapitre6** | **Filtres passifs**   * Etude de fonctions de transfert ( gain en dB, diagramme de Bode, fréquence de coupure)1 et 2 ordre * Applications (filtre passe haut,filtre passe bas,.....) |

**~~Titre du Module Physique expérimentale 2~~**

**~~Volume horaire~~** ~~: 42 heures (42 h : TP)~~

**~~Crédits~~** ~~: 4, coefficient:3~~

**~~Mode d’évaluation~~** ~~: contrôle continu~~

**~~Contenu :~~**

~~Ce module de travaux pratiques porte sur les notions de base de mécanique et d’électricité.~~ **~~Le contenu détaillé est en cours d’élaboration.~~** ~~Il devra contenir entre autres des expériences sur les chocs, les oscillateurs amortis et entretenus, analogie entre les oscillateurs et les circuits RLC, résonance, les lois de Kepler (application aux mouvements des planètes, simulation de leurs mouvements…) , les pendules couplés, mesures électriques….~~

**~~Titre du Module:Chimie Inorganique et introduction à la cinétique chimique~~**

**~~Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)~~**

**~~Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S2~~**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **~~Chimie Inorganique~~**  *~~Propriétés physique et chimique des éléments. Evolution dans le tableau périodique.~~*  *~~Nomenclature et structure des composés inorganiques.~~*  *~~Les produits inorganiques dans la vie quotidienne.~~*  *~~Complexes des métaux de transition.~~*  *~~Réactions de substitution.~~*  *~~Notions sur les cristaux~~*  **~~Introduction à la cinétique chimique~~**  *~~Cinétique formelle et méthodes expérimentales de la cinétique~~* |

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 3

**Titre du Module : Analyse 3**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Séries entières** |
| **Chapitre 2** | **Titre : Séries de Fourier** |
| **Chapitre 3** | **Titre : Fonctions d'une variable complexe** |
| **Chapitre 4** | **Titre : Fonctions holomorphes**   * Singularités, * théorème des résidus, * applications au calcul des intégrales |

**~~Titre du Module : Algèbre 3~~**

**~~Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)~~**

**~~Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S2~~**

|  |  |
| --- | --- |
| **~~Chapitre 1~~** | **~~Titre: Forme linéaire~~** |
| **~~Chapitre 2~~** | **~~Titre : Algèbre bilinéaire multilinéaire~~**   * ~~Déterminant,~~ * ~~produit scalaire,~~ * ~~etc~~ |
| **~~Chapitre 3~~** | **~~Titre:~~*~~espace euclidien et Hermtien~~****~~(notion de matrice autoadjointe)~~* |
| **~~Chapitre 4~~** | **~~Titre: forme quadratique~~** |
| **~~Chapitre 5~~** | **~~Titre:Réduction des endomorphismes symétriques et orthogonaux~~** |

**~~Titre du Module : Mécanique des Solides~~**

**~~Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)~~**

**~~Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S3~~**

|  |  |
| --- | --- |
| **~~Chapitre 1~~** | **~~Titre : Notions sur les torseurs~~**   * ~~Applications antisymétriques, Champs antisymétriques~~ * ~~Vecteurs glissants~~ * ~~Torseurs: Définition, propriétés, somme de deux torseurs, multiplication par un scalaire, invariant scalaire, égalité de deux torseurs, produit de deux torseurs, axe central d’un torseur, dérivée d’un torseur, réduction d’un torseur, décomposition d’un torseur.~~ |
| **~~Chapitre 2~~** | **~~Titre : Cinématique du Solide~~**   * ~~Champ des vitesses, Torseur cinématique~~ * ~~Champ des accélérations~~ * ~~Mouvement de translation d’un solide~~ * ~~Mouvement de rotation d’un solide autour d’un axe~~ * ~~Mouvement hélicoïdal~~ * ~~Mouvement général d’un solide, les angles d’Euler~~ * ~~Lois de composition des mouvements~~ * ~~Roulement et glissement de deux solides en contact ponctuel, condition de roulement sans glissement.~~ |
| **~~Chapitre 3~~** | **~~Titre : Cinétique du Solide~~**   * ~~Torseur cinétique absolu~~ * ~~Centre d’inertie d’un solide, théorèmes de Guldin~~ * ~~Repère barycentrique, Théorème de Koenig~~ * ~~Relation entre le moment cinétique et le vecteur rotation instantanée~~ * ~~Opérateur d’inertie: Moments d’inertie par rapport à: un point, un axe et un plan, théorèmes de Huygens, rayon de giration~~ * ~~Tenseur d’inertie, Moments et axes principaux d’inertie~~ * ~~Relation entre la matrice d’inertie en O et le moment d’inertie par rapport à un axe.~~ |
| **~~Chapitre 4~~** | **~~Titre : Dynamique du Solide~~**   * ~~Torseur dynamique~~ * ~~Principe fondamental de la dynamique: dans des référentiels galiléen et non galiléen~~ * ~~Travail, puissance, énergies cinétique et potentielle~~ * ~~Théorèmes généraux: théorème de l’énergie cinétique, théorème de l’énergie mécanique, théorème du moment cinétique, Notion d’intégrale première~~ * ~~Relation entre le moment dynamique et le moment cinétique~~ * ~~Relation entre l’énergie cinétique et la vitesse de rotation instantanée.~~ |

**Titre du Module : Mécanique des Fluides 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre :** Généralités sur la mécanique des fluides   * Généralités sur les fluides * Propriétés des fluides * Forces intervenant en mécanique des fluides |
| **Chapitre 2** | **Titre :** Statique des fluides   * Lois générales de la statique des fluides * Statique des fluides incompressibles : Hydrostatique * Statique des fluides compressibles |
| **Chapitre 3** | **Titre :** Cinématique des Fluides   * Particule fluide – Variables d’étude * Description du fluide en mouvement * Dérivée particulaire * Equation de continuité * Caractéristiques des écoulements fluides * Ecoulements irrotationnels - Potentiel de vitesse |
| **Chapitre 4** | **Titre :** Dynamique des fluides parfaits incompressibles   * Ecoulement des fluides * Equation d’Euler – Relation de Bernoulli * Applications du théorème de Bernoulli:Venturi * Théorème de Bernoulli dans le cas des écoulements instationnaires * Théorème de Bernoulli en présence d’une machine |
| **Chapitre 5** | **Titre :** Dynamique des fluides visqueux incompressibles   * Notion de fluide visqueux - Définition de la viscosité * Equation fondamentale de la dynamique des fluides visqueux - Equation de Navier-Stokes * Applications : Ecoulement de Poiseuille – Ecoulement de Couette. * Classification des écoulements, écoulements laminaires et écoulements turbulents * Notion de perte de charge * Pertes de charge le long d’une conduite cylindrique : Les pertes de charge régulières et singulières * Bilan énergétique d’un circuit hydraulique en présence de machines (pompes) |

**Titre du Module : Thermodynamique 1**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:Langue thermodynamique**   * La thermodynamique et ses repères historiques * Définitions * Notion de température * Thermomètres à gaz parfait |
| **Chapitre 2** | **Titre:Théorie cinétique des gaz parfaits**   * Introduction * Hypothèse de la théorie cinétique * Caractéristique de la vitesse * Le gaz parfait * Interprétation cinétique de la pression * Interprétation cinétique de la température * Energie d’un gaz parfait monoatomique-énergie interne * Loi de Dalton * Généralisation à tous les gaz parfaits * Capacité thermique |
| **Chapitre 3** | **Titre:Le premier principe de la thermodynamique**   * Transformations réversibles * Travail * Variables Intensives-Variables Extensives * Premier principe de la thermodynamique * Energie interne * Notion de chaleur * Autre formulation du premier principe : conservation de l’énergie * Coefficients calorimétriques * Application du premier principe au gaz parfait |
| **Chapitre 4** | **Titre:Le deuxième principe de la thermodynamique**   * Insuffisance du premier principe de la thermodynamique * Importance du sens de l’évolution * Importance des sources de chaleur * Transformation monotherme * Transformations cycliques dithermes * Transformation cyclique polytherme * Entropie |
| **Chapitre 5** | **Titre: Conséquences des deux principes de la thermodynamique**   * Méthodes générales de résolution des problèmes de la thermodynamique * Relation fondamentale de la thermodynamique * Fonctions d’état * Potentiel chimique * Relations de Maxwell * Relations de Gibbs et d’Helmholtz * Deuxième lois de Joule pour un gaz parfait * Lois de Joule appliquée au gaz réel |
| **Chapitre 6** | **Titre: Troisième principe de la thermodynamique**   * Insuffisance des deux premiers principes * bases expérimentales du troisième principe * Enoncé du troisième principe * Conséquences du troisième principe |

**Titre du Module : conduction thermique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:Introduction à la conduction thermique**   * **Notion de résistance – notion d’analogie** * **Equation générale de la conduction** |
| **Chapitre 2** | **Titre : Conduction thermique dans un mur** |
| **Chapitre 3** | **Titre: conduction thermique dans un cylindre** |
| **Chapitre 4** | **Titre : Conduction thermique dans une sphère** |
| **Chapitre V** | **Titre : Conduction thermique dans une sphère** |

**Titre du Module :Convection thermique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:Convection forcée sur une plaque plane** IntroductionRégime d’écoulement  * couche limite thermique * similitudes- Nombre sans dimensions * Equation de conservation de la masse * Equation de conservation de de l’énergie * Solution analytique à Température pariétale constante * Coefficient d’échange convectif * Nombre de Nusselt * Corrélation Nusselt-Prandtl-Reynolds * Solution analytique à flux pariétal constant |
| **Chapitre 2** | Convection naturelle sur une plaque  * mécanisme de la convection naturelle et ses équations * Convection naturelle le long d’une plaque verticale : Lois d’échelles * Pr>>1 : liquides usuels * Pr<<1 : Métaux liquides * Convection naturelle entre plaques verticales parallèles (cheminée) * Condition d’existence de ce régime * Equation du régime établi * Cas de 2 plaques de même température * Cas de 2 plaques de températures différentes * Autres géométries * Paroi plane inclinée par rapport à la verticale * Cylindre vertical * Cylindre horizontal |
| **Chapitre 3** | **Titre:convection forcée à l’intérieur des tubes** |
| **Chapitre 4** | **Titre : Convection forcée à l’extérieur des tubes** IntroductionPrésentation du phénomène  * Principales corrélations * Application aux échangeurs à tubes * Configuration Alignée * Configuration en quinconce * Exemple de corrélations |

**Titre du Module : : Electromagnétisme dans le vide**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 2 Coefficient : 2 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Rappels et compléments d'électrostatique et de magnétostatique**   * Rappel d'électrostatique * Energie électrostatique d'un distribution de charges, densité d'énergie * Rappel de magnétostatique * Dipôle magnétique * Force d’interaction entre deux circuits : définition de l’ampère * Energie d'une distribution de courant, densité d'énergie |
| **Chapitre 2** | **Lois générales de l’électromagnétisme : Equations de Maxwell**   * Insuffisance des équations de l’électromagnétisme dans le vide * Equations de Maxwell * Equations vérifiées par le potentiel scalaire et le potentiel vecteur, notion de jauge * Résolution des équations aux potentiels avec la condition de Lorentz * Potentiel électromagnétique retardé * Energie électromagnétique * Approximations des régimes quasi stationnaires * Equations de continuité pour les champs électrique et magnétique |
| **Chapitre 3** | **Ondes Electromagnétiques dans le vide**   * Propagation du rayonnement dans le vide * Onde plane * Résolution de l'équation d'onde * Caractérisation du rayonnement dans la limite de l’onde plane * Ondes planes progressives monochromatique, brèves notions sur l'onde sphérique * Le spectre électromagnétique * Notation complexe * Polarisation d’une onde plane progressive harmonique * Superposition de deux ondes ayant des fréquences voisines, vitesse de groupe * Paquet d’onde |
| **Chapitre 4** | **Propagation guidée des ondes électromagnétiques**   * Rappel des propriétés d’un conducteur parfait * Réflexion des ondes électromagnétiques sur un conducteur parfait * Ondes stationnaires * Courant superficiel et pression de radiation * Propagation entre deux plans parallèles * Guide d’onde à la section rectangulaire * Comment étudier une propagation guidée |

**Titre du Module:Electronique analogique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 2 Coefficient : 2 Semestre: S3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Diodes à jonction et circuits à diode**   * Notions élémentaires sur les semiconducteurs (différents types de dopage,.....) * Diode à jonction PN (structure et principe de fonctionnement , effet de la polarisation en direct et en inverse, caractéristiques courant-tension, différents types de diodes) * point de fonctionnement (en régime statique et dynamique) * Schéma électrique équivalent (diode idéale et réelle en régime de forts signaux, diode en régime de petits signaux) * circuits à diodes (circuits écrêteurs, circuits de redressement et filtrage, circuits de stabilisation, circuits de détection) |
| **Chapitre 2** | **Les transistors**   * transistor bipolaire (structure et symbole, principe de fonctionnement, caractéristiques statiques, circuits de polarisation) * le transistor en régime dynamique (les trois régimes de fonctionnement des transistors, les différents montages émetteur commun, base commune et collecteur commun) * transistors à effet de champ (jfetmosfet)(structure, symbole, principe de fonctionnement, réseaux de caractéristiques statiques, circuits de polarisation) * le transistor en hautes fréquences (Schéma équivalent) |
| **Chapitre 3** | **Amplificateurs à transistors**   * émetteur commun * collecteur commun * base commune |
| **Chapitre 3** | **L'amplificateur opérationnel**   * description de l'amplificateur opérationnel (circuit intégré, symbole, caractéristiques, fonction de transfert, amplificateurs opérationnel idéal) Adaptation d'impédance. * Applications (circuits suiveurs, inverseurs, amplificateurs, additionneurs, intégrateur, différentiateur, fonctionnel, comparateur,......) |
| **Chapitre 4** | **Filtres et oscillateurs**   * caractéristiques des filtres actifs (**fonction de transfert, type, ordre de filtre**) * oscillateur à base de transistors et à base d 'amplificateur opérationnel (à oscillateur Colpitts, Pont de Wien , oscillateur à réseau déphaseur) |

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 4

**Titre du Module : : Electromagnétisme dans la matière**

**Volume horaire : 49 h (28 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S4**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:Rayonnement d'un dipôle oscillant**   * Dipôle oscillant, Expressions des champs du rayonnement électromagnétique à grande distance * Structure de l'onde rayonnée, puissance rayonnée * Rayonnement d’une charge ponctuelle accélérée * Diffusion de Rayleigh * Antennes |
| **Chapitre 2** | **Titre:Electrostatique dans les milieux diélectriques**   * Description macroscopique d'un milieu diélectrique * Vecteur polarisation, charges et courant de polarisation * Vecteur déplacement électrique * Permittivité et susceptibilité électrique dans les milieux linéaires homogènes et isotropes * Champs microscopiques et macroscopiques et équations locales pour et |
| **Chapitre 3** | **Titre:Magnétostatique dans les milieux magnétiques**   * Description macroscopique d'un milieu magnétique, milieux paramagnétiques, diamagnétiques * Vecteur excitation magnétique, vecteur aimantation * Perméabilité et susceptibilité magnétique dans les milieux linéaires homogènes et isotropes * Théorème d’Ampère dans les milieux linéaires homogènes et isotropes * Equations locales pour et * Notions sur les supraconducteurs |
| **Chapitre 4** | **Titre:Propagation des ondes électromagnétiques planes dans les milieux (linéaires, homogènes et isotropes) non magnétiques globalement neutres.**   * Constante diélectrique complexe * Onde électromagnétique plane dans un milieu linéaire homogène et isotrope, notion d'indice de réfraction complexe * Dispersion et absorption dans un milieu diélectrique, modèle de l'électron élastiquement lié * Propagation dans un milieu conducteur et dans un plasma |
| **Chapitre 5** | **Titre ;Propagation dans un milieu matériel limité**   * Conditions aux limites à l’interface de deux diélectriques, lois de Descartes * Coefficients de Fresnel et facteurs de réflexion et de transmission |

**Titre du Module : Relativité restreinte et introduction à la mécanique quantique**

**Volume horaire : 49 heures (28 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S4**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:La physique avant la relativité**   * Lois de Newton, Référentiels galiléens et principe de relativité * Changement de référentiels galiléen et la transformation de Galilée * Les équations de Maxwell, expérience de Michelson et Morley * Principe d'invariance et transformation de Lorentz |
| **Chapitre 2** | **Titre:Principes de la relativité restreinte et transformation spéciale de Lorentz**   * Les postulats de la relativité restreinte * Relativité du temps et des longueurs, notion de simultanéité * La transformation spéciale de Lorentz, invariance de l'intervalle entre deux événements * Contraction des longueurs et dilatation des temps |
| **Chapitre 3** | **Titre:Cinématique relativiste et notion de quadrivecteur**   * Transformation des vitesses lors d'un changement de référentiel * Notion de quadrivecteur et d'invariant * Quadrivecteur vitesse propre, quadrivecteur accélération propre * Quadrivecteur d'onde et effet Doppler |
| **Chapitre 4** | **Titre:Dynamique relativiste d'un point matériel et quadrivecteur impulsion énergie**   * Insuffisance de la mécanique classique * Relation fondamentale et quadrivecteur impulsion énergie, quantité de mouvement et énergie relativistes d'un point matériel * Force et quadrivecteur force et relation fondamentale de la dynamique relativiste * Notion de photon et dualité onde-corpuscule * Chocs entre particules |
| **Chapitre 5** | **Titre:Electromagnétisme et relativité restreinte**   * Transformation relativiste du champ électromagnétique * Retour aux équations de Maxwell * Applications |
| **Chapitre 6** | **Titre:Insuffisance de la théorie classique**   * émission du corps noir * Effet photoélectrique, * Emission atomique * **Effet Compton, expérience de Frank et Hertz, expérience de Davisson et Germer** |
| **Chapitre 7** | **Titre : Description d'une particule en MQ** |
| **Chapitre 8** | **Titre: Les applications de l'Equation de Schrödinger**   * Equation de Schrödinger et fonction d'onde\* * Particule dans un potentiel scalaire indépendant du temps * Etats stationnaires d'une particule dans des potentiels carrés à une dimension * barrière de potentiel * puits de potentiel |

**Titre du Module**:**Physique des ondes**

**Volume horaire : 49 heures (28 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S4**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Propagation d’ondes à une dimension**   * Ondes planes en espace libre ,Propagation guidée * Applications: le guide rectangulaire, le guide circulaire, le guide coaxial, les fibres optiques. |
| **Chapitre 2** | **Titre : Couplage d’oscillateurs mécaniques et électriques**   * Mise en équation * Solutions harmoniques * Applications : Vibrations d’une chaine atomique, approximation des milieux continus |
| **Chapitre 3** | **Titre : Corde vibrante et ressort**   * Description et mise en équation * Résolution de l’équation de propagation * Réflexion et transmission * Aspect énergétique |
| **Chapitre 4** | **Titre : Ondes acoustiques dans les fluides**   * Définition des ondes sonores * Mise en équation: équation hydrodynamique, équation de continuité, équations thermodynamiques, équation de propagation * Les approximations acoustiques * Ondes sonores planes progressives, ondes sonores stationnaires, impédance d’ondes * Aspect énergétique |
| **Chapitre 5** | **Titre : Propagation dans les lignes électriques**   * Equations des télégraphistes * Cas du régime harmonique: résolution des équations des télégraphistes, notion d’impédance, coefficient de réflexion, taux d’ondesstationnaires * Lignes sans pertes * Applications : utilisation de l’abaque de Smith |

**Titre du module: : Electronique 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S4**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Élément de calcul digital**   * Les systèmes de numérotation (Les systèmes : binaire, octal, duodécimal, hexadécimal, sexagésimal) * Le système binaire (Motivation, MSB, LSB, tableau de conversion, les nombres à virgule, unicité de la décomposition) * La conversion décimal-binaire (Méthode du tableau, méthode par division et multiplication, méthode de la soustraction) * Les opérations dans le système binaire (L’addition, la soustraction, la multiplication, la division) * Le système octal (Les conversions : octal-décimal, décimal-octal, octal-binaire, binaire-octal) * Le système hexadécimal (Les conversions : hexadécimal-décimal, décimal- hexadécimal, hexadécimal-binaire, binaire- hexadécimal, hexadécimal-octal et octal-hexadécimal) |
| **Chapitre 2** | **Les codes binaires**   * Introduction * Les codes pondérés (Définition, le code CBN et les codes DCB, le code Aiken, les conversions) * Les codes non pondérés (Les codes : XS3 et Lippel, codes cycliques, code Gray, conversions entre binaire et Gray) * Les codes détecteurs d’erreurs * Les codes détecteurs et correcteurs d’erreurs |
| **Chapitre 3** | **Algèbre de Boole**   * Introduction * Principe * Conventions * Les opérateurs ou les portes logiques fondamentales (Les portes : NO, AND, OR) * Les opérateurs ou les portes logiques secondaires (Les portes : NAND, NOR, XOR, XNOR) * Les fonctions Booléennes (Nombre de variables, nombre de combinaisons à l’entrée, nombre de fonctions) * Les théorèmes * Les correspondances * Les logigrammes * Combinaisons des portes logiques * Utilisation pratique des portes logiques |
| **Chapitre 4** | **Simplification des circuits logiques**   * Introduction * Forme canonique de somme de produit * Forme canonique de produit de somme * Passage d’une forme canonique à l’autre * Utilisation de la logique NAND * Utilisation de la logique NOR * Simplification des formes canoniques * Le diagramme de Karnaugh |
| **Chapitre 5** | **Les convertisseurs de codes : Le transcodage**   * Introduction * Le codeur décimal-DCB * Le décodeur décimal-DCB * Le décodeur DCB-code à 7 segments * Les transcodeurs |
| **Chapitre 6** | **Les bascules**   * Introduction * Bascule RS * Bascule RS temporisées * Bascule D * Bascule JK |
| **Chapitre 7** | **Les compteurs**   * Introduction * Compteurs à propagation * Compteurs parallèles * Autres compteurs |
| **Chapitre 8** | Les registres à décalages   * Introduction * Registre à décalage à chargement sériel * Registre à décalage à chargement parallèle * Le registre à décalage universel |

**Titre du Module:Physique expérimentale**

**Volume horaire** : 42 heures (42 h : TP)

**Crédits** : 4**Coefficient** : 3

**Mode d’évaluation** : contrôle continu

**Contenu :**

Cette unité a pour but de réaliser d’une part des manipulations de base permettant de vérifier les lois physiques abordées dans le cours et relatives à lamécanique des solides et des fluides, à la thermodynamique, à l’électromagnétisme, à l’électronique et à la relativité et d’initier des mini projetsexpérimentaux présentant les interactions mutuelles et la complémentarité de ces différentes branches de la physique dans la réalisation de dispositifs :électromécaniques, optoélectroniques, machines thermiques…

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 5

**Titre du Module : Cristallographie**

**Volume horaire: Cours: 21 h TD: 21h**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre 5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Généralités**   * Repères cristallographiques, * analyse vectorielle, * réseaux, changements de bases, tenseurs, métriques |
| **Chapitre 2** | **Titre : Le réseau réciproque**   * Définition et propriétés, * relation avec le réseau direct, * calculs des distances inter-réticulaires |
| **Chapitre 3** | **Titre :Symétrie des réseaux cristallins**   * propriétés de symétrie * différents éléments de symétrie, * notations, * groupes   ponctuels, * projection stéréographique |
| **Chapitre 4** | **Titre : Les rayons X**   * production, * spectre d'une anticathode, * absorption. |
| **Chapitre 5** | **Titre :Diffraction des rayons X**   * diffusion par un électron (facteur  de Thomson), * diffusion par un atome (facteur de diffusion atomique), * diffusion par une maille (facteur de structure), * diffusion par un réseau (pouvoir réflecteur). |

**Titre du Module : Optique Ondulatoire**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Rappel sur les phénomènes de propagation de la lumière: cas d’une sourceponctuelle et monochromatique**   * Vibration lumineuse et notion d'interférences * Interférence par division du front d’onde (Fentes d'Young, Miroirs de Fresnel, ......) * Notion de pouvoir de réflexion et de transmission * Interférence par division d’amplitude (lame à faces parallèles, coin d'air) |
| **Chapitre 2** | **Titre : Cohérence spatiale**   * Influence de la géométrie du dispositif interférentiel * Cas d’une source étendue : facteur de contraste. Longueur de cohérence spatiale * Franges d’égales épaisseurs à deux ondes : coin d’air, interféromètre de Michelson, anneaux de Newton |
| **Chapitre 3** | **Titre : Cohérence temporelle**   * Mise en évidence : cas d’une source bi chromatique * Profil d’une raie (interférogramme) * Relation entre longueur de cohérence et la finesse de la raie * Relation entre l’intensité et le contraste des franges * Phénomène d’interférence en lumière blanche : spectre cannelé, teinte de Newton |
| **Chapitre 4** | **Titre : Phénomène d’interférences à ondes multiples**   * Cas d’une lame à faces parallèles : calcul des amplitudes des rayons lumineux successifs, composition des différents rayons transmis, étude de la fonction d’Airy. Influence du poly-chromatisme (étude de la répartition de l’intensité en fonction du nombre d’onde) * Fabry-Pérot : analyseur de radiations, limite de résolution spectrale du Fabry-Pérot * Filtre interférentiel: utilisation comme cavité optique |
| **Chapitre 5** | **Titre : Diffraction de la lumière**   * Diffraction à l’infini(Fraunhofer): Pupille circulaire, pupille rectangulaire (transparences partielle et totale) * Réseau et notion de pouvoir de résolution (Critère de Rayleigh), pouvoir dispersif |

**Titre du Module : Méthodes Mathématiques pour la Physique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3Coefficient : 2 Semestre: S5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:** Théorie élémentaire des distributions. |
| **Chapitre 2** | Titre: Transformées mathématiques   * Séries de Fourier et Transformée de Fourier. * Produit de convolution. * Transformée de Laplace. |
| **Chapitre 3** | Espace de Hilbert.et fonctions de carrés sommables. |
| **Chapitre 4** | **Titre:Les polynômes orthogonaux**   * Polynôme de Legendre * Fonction Gamma * Fonction de Bessel, * etc |

**Titre du Module : : Physique Numérique**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TP)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 LFPH3 Semestre: S5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Analyse d'erreurs**   * + Représentation d'un nombre sur ordinateur,   + Erreurs dues à la représentation   + Erreurs de troncature   + Arithmétique flottante   + Propagation d'erreurs   + Applications |
| **Chapitre 2** | **Titre: Résolution numérique des équations non linéaires**   * + Méthodes de dichotomie   + Méthode du point fixe   + méthodes itératives ( Lagrange, Newton..)   + Applications au tableau et sur Matlab |
| **Chapitre 3** | **Titre: Interpolation et approximation d’une fonction**   * + Interpolation polynomiale : interpolation de Lagrange, Erreurs d’interpolation   + Différences divisées et polynômes de Newton   + Approximation au sens des moindres carrés   + Applications au tableau et sur Matlab |
| **Chapitre 4** | **Titre: Dérivation et intégration numériques**   * + Dérivation numérique: Différences finies, Autres méthodes   + Intégration numérique: Formules de type interpolation, Formules de Newton- Cotes simples et composées.   + Formules de Gauss   + Applications au tableau et sur Matlab |
| **Chapitre 5** | **Titre: Résolution de systèmes linéaires**   * + Résolution d’un système triangulaire * Méthodes directes de résolution : Méthode de Gauss - Stratégie de pivots, Décomposition LU,   + Cas des matrices symétriques déﬁnies positives : factorisation de Cholesky   + Applications au tableau et sur Matlab |
| **Chapitre 6** | **Calcul matriciel**   * Calcul du déterminant d’une matrice * Inversion d’une matrice * Calcul des valeurs propres d’une matrice symétrique (méthode de Jacobi) * Valeur propres d’une matrice quelconque * Vecteurs propres |
| **Chapitre 7** | **Résolution des équations différentielles**   * Introduction et position du problème * Méthode d’Euler * Méthode de Runge Kutta * Problème avec conditions aux limites * Résolution d’un problème aux conditions aux limites par la méthode matricielle |

**Titre du Module** : **Mécanique Quantique I**

**Volume horaire : 49 heures (28 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 3 Semestre: S5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Bases mathématiques de la Mécanique Quantique**   * Espace des fonctions d'onde d'une particule * Notion de représentation * Notation de Dirac * Opérateurs linéaires, adjoints, hermitiques, unitaires * Valeurs propres et vecteurs propres * Observables * Produit tensoriel d'espace des états |
| **Chapitre 2** | **Postulats de la mécanique quantique**   * Notion d'état * Enoncé des postulats * Description et mesure d'une grandeur physique * Evolution dans le temps * Quantification des grandeurs physiques * Interprétation physique des postulats |
| **Chapitre 3** | **L'oscillateur harmonique**   * Importance de l'oscillateur harmonique en physique * L'oscillateur harmonique en mécanique classique * Hamiltonien de l'oscillateur harmonique à une dimension * Opérateurs et , opérateurs , et * Valeurs propres et états propres de l'Hamiltonien, dégénérescence des niveaux * Discussion physique |
| **Chapitre 4** | **Titre: Moment cinétique**   * Le moment cinétique classique et le facteur gyromagnétique de l'électron * L'opérateur moment cinétique défini par ses règles de commutation * Valeurs propres de et , représentation * moment cinétique orbital, harmoniques sphériques. * Opérateurs de rotation | |

**Titre du Module** : **Physique statistique I**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits :4 Coefficient : 3 Semestre: S5**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Potentiels thermodynamiques et systèmes ouverts**   * Notion de transformation de Legendre * Potentiels thermodynamiques * Systèmes ouverts |
| **Chapitre 2** | **Introduction aux méthodes statistiques**   * Loi de composition * notion de variables aléatoires, valeur moyenne et écart type * Distribution binomiale, de Gauss et de Poisson |
| **Chapitre 3** | **Description d'un système de taille macroscopique et densité d'états**   * Notion d'état macroscopique et microscopique * Micro-état classique et espace des phases * Densité d'états ( exemple d'un calcul à 1, 2 et 3 dimensions * Correspondance entre les approches classiques et quantiques * Ensemble statistique et principe ergodique |
| **Chapitre 4** | **Entropie statistique**   * Information manquante * Entropie statistique * propriétés de l'entropie statistique |
| **Chapitre 5** | **Système isolé à l’équilibre, Distribution microcanonique**   * Ensemble micro-canonique, postulat fondamental de la physique statistique * Entropie micro-canonique, température et pression * Propriétés et comportement d’un système isolé * Evolution et sens des échanges au cours de l’évolution du système après relâchement d’une contrainte, équilibres thermique, mécanique et chimique entre deux sous-systèmes d’un système isolé. |
| **Chapitre 6** | **Système en équilibre avec un thermostat , distribution canonique**   * Ensemble canonique, notion de thermostat * Fonction de partition et énergie libre, énergie moyenne... * Formalisme canonique à la limite thermodynamique, * Description canonique des systèmes de particules identiques indépendantes discernables et indiscernables, correction de Maxwell-Boltzmann pour tenir compte de l’indiscernabilité des particules dans un gaz parfait * Théorème de l’équipartition de l’énergie |

PLANS DES MODULES DU SEMESTRE 6

**Titre du Module** : **Mécanique Quantique 2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits :5 Coefficient : 3 Semestre: S6**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre:Particule dans un potentiel central**   * Etats d'une particule dans un potentiel central * Résolution approchée de l'équation de Shrödinger * Mouvement relatif de deux particules en interaction * Application à l'atome d'hydrogène |
| **Chapitre 2** | **Titre:Le spin des particules**   * Expérience de Stern et Gerlach. * Espace des états de spin . * Application à la résonance magnétique |
| **Chapitre 3** | **Composition de deux moments cinétiques**   * Composition de deux spin . * Addition de deux moments cinétiques quelconques |
| **Chapitre 4** | **Théorie des perturbations stationnaires**   * Exposé de la méthode * Perturbation d'un niveau non dégénéré, correction aux valeurs propres et aux états propres * Perturbation d'un niveau dégénéré |

**Titre du Module : Physique atomique et moléculaire**

**Volume horaire : 49 h (28 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S6**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Introduction à la physique atomique**   * Histoire de la structure atomique de la matière * Modèle planétaire de Rutherford   -Description du modèle  - Insuffisance du modèle de Rutherford   * Spectre énergétique de l’atome et modèle de Bohr   - Spectre d’énergie de l’atome  - Modèle de Bohr  - Insuffisance du modèle de Bohr   * Modèle de Sommerfeld |
| **Chapitre 2** | **Méthode d’approximation**   * **Problèmes indépendants du temps**   - Méthode variationnelle  - Méthode variationnelle linéaire  - Méthode de perturbations   * **Problèmes dépendants du temps**   - Méthode des perturbations  - perturbations harmoniques  - Transition vers un continuum |
| **Chapitre 3** | **Interaction matière- rayonnement**   * Interaction avec un rayonnement extérieur   - Expression du Hamiltonien  - Approximation dipolaire électrique  - Discussion   * Quantification du rayonnement   - Les photons et leurs interaction avec la matière  - Absorption, émission spontanée, émission stimulée  - Effet Laser   * Introduction à la physique atomique et moléculaire   - Constitutions et niveaux d’énergie des atomes et des molécules  - Spectroscopie atomique et moléculaire  - Buts de la physique atomique et moléculaire |
| **Chapitre 4** | **Structure électronique des atomes**   * Atomes à un électron   - Séparation des variables  - Niveaux d’énergies  - Orbitales atomiques   * Atomes à plusieurs électrons   - Approximation des électrons indépendants  - Etude semi-quantitative  - Classification périodique  -Règles de Slater   * Résidu de l’interaction entre électrons   - Décomposition d’une configuration en termes  -Détermination pratique des termes  - Règles de Hund |
| **Chapitre 5** | **Corrections à la structure électronique des atomes**   * Corrections au Hamiltonien du chapitre précèdent   - Corrections relativistes  - Influence du noyau  - Corrections radiatives   * Atomes dans un champ magnétique extérieur   - Expression de la perturbation  - Effet Zeeman  - Effet Paschen-Back   * Atomes dans un champ électrique extérieur   - Expression de la perturbation  - Effet Stark |
| **Chapitre 6** | **Structure électronique des molécules diatomiques**   * Généralités   - Introduction à l’étude des molécules  - Etats d’une molécule diatomique   * Méthode LCAO   - Méthode LCAO pour H2+  - H2 et He2  -Principe généraux de la méthode LCAO   * Molécules diatomiques homonucléaire   - Niveaux d’énergies et orbitales  - Interversion σ2p-π2p  - Li2, Be2, B2, C2, N2, O2, F2, et Ne2  - Lien avec la chimie   * Molécules diatomiques héteronucléaire   - Conséquences de la dissymétrie des noyaux  -Exemples : HF et LiH |
| **Chapitre 7** | **Structure électronique des molécules polyatomiques**   * Molécules à liaison localisées * Hybridation des orbitales * Molécules à liaisons délocalisées |
| **Chapitre 8** | **Vibration et rotation des molécules**   * Vibration des molécules * Rotation des molécules * Autres corrections aux niveaux moléculaires |

**Titre du Module : Physique statistique2**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 3 Coefficient : 2 Semestre: S6**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Applications relatives à la distribution canonique**   * Application de la distribution canonique au gaz parfait, Distribution de Maxwell Boltzmann des vitesses * Factorisation de la fonction de partition selon les degrés de liberté de translation, de rotation et de vibration et le gel de ces degrés de liberté, application aux gaz parfaits poly-atomiques, capacité calorifique en fonction de la température * Paramagnétisme * Principes de la thermodynamique retrouvés à partir de la mécanique statistique |
| **Chapitre 2** | **Système en équilibre avec un thermostat et avec un réservoir de particules. Description grand-canonique**   * Distribution grand canonique * Grande fonction de partition, grand potentiel, * Formalisme grand canonique à la limite thermodynamique * Description d’un système de particules indépendantes, identiques et indiscernables * Principe de symétrisation: fermions, bosons |
| **Chapitre 3** | **Gaz de fermions indépendants**   * Distribution de Fermi-Dirac * Détermination de l’énergie moyenne, la pression à température nulle * Développement de Sommerfeld pour les basses températures ( T<<TFermi), propriétés des métaux * Application aux électrons dans les solides ( notion de semi-conducteurs) |
| **Chapitre 4** | **Gaz de bosons indépendants**   * Distribution de Bose-Einstein * Condensation de Bose à basse température * Etude de la superfluidité de l’hélium à basse température. |
| **Chapitre 5** | **Gaz de photons, Rayonnement du corps noir**   * Propriétés d’un gaz de photons, étude du rayonnement d’un corps noir, loi de Planck, * Loi de Rayleigh-Jeans, loi de Stephan |
| **Chapitre 6** | **Gaz de phonons**   * Vibrations des réseaux, notion de phonon * Insuffisance du modèle d'Einstein * Modèle de Debye pour la capacité thermique des solides. |

**Titre du Module : Propriétés de la Matière**

**Volume horaire : 42 heures (21 h : Cours, 21 h : TD)**

**Crédits : 4 Coefficient : 2 Semestre: S6**

|  |  |
| --- | --- |
| **Chapitre 1** | **Titre : Propriétés Macroscopique des isolants**   * Polarisation * Champ macroscopique * Permittivité diélectrique |
| **Chapitre 2** | **Titre**: **Propriétés électriques des isolants**   * polarisabilité électronique, * polarisabilité d'orientation, * relation de Clausius Mosetti * ferroélectricité et piézoélectricité |
| **Chapitre 3** | **Titre :Propriétés magnétiques de la matière**   * diamagnétisme, * paramagnétisme, * ferromagnétisme |
| **Chapitre 4** | **Titre : Liaisons cristallines**   * Interactions dans la matière condensée * Liaisons cristallines :   -liaisons de Van der Waals-London,  - liaisons ioniques,  - liaisons covalentes,  - liaisons métalliques, |