

Contenu de l'UE 1P002

Cours : **1P002**, 6 ECTS
 Titre du cours : Concepts et Méthodes de la Physique pour PCGI
 Semestre : 1^{ère} période 2014-2015

Enseignants responsables de l'UE : **Frédéric Daigne** daigne@iap.fr
Bertrand Laforge laforge@lpnhe.in2p3.fr
 Enseignants responsable des TP : **Sébastien Moulinet** moulinet@lps.ens.fr
 Secrétariat : **Jocelyne Quellier**

Barème : TP = 20 ; CC = 25 ; écrit = 55 ; total = 100

❖ Présentation de l'enseignement (5 lignes)

L'UE « Concepts et Méthodes de la Physique », proposée à tous les étudiants des portails MIPI et PCGI, est une introduction à la Physique telle qu'elle va être abordée à l'Université. Cet enseignement se situe en continuité du programme du lycée et accorde une attention particulière aux phénomènes physiques et à leur étude expérimentale. L'ambition est de mettre progressivement en place les éléments permettant une approche plus quantitative qu'au lycée, à l'aide d'une modélisation physique détaillée des phénomènes étudiés et l'utilisation des outils mathématiques appropriés. Plusieurs des concepts et méthodes étudiés sont communs à d'autres sciences « exactes » et seront donc utiles quel que soit le cursus scientifique envisagé.

Objectifs du cours : après avoir suivi cette UE, l'étudiant

- Connaîtra les **ordres de grandeur caractéristiques** des différentes échelles de longueur du microscopique au macroscopique. Connaîtra les **principaux constituants élémentaires de la matière** et les **interactions fondamentales**. Aura des notions sur la cohésion et les états de la matière à l'échelle macroscopique.
- Connaîtra les notions de **dimension, d'unité**, d'une grandeur physique. Saura vérifier et utiliser **l'homogénéité** d'une relation ou d'une loi physique. Pour l'étudiant désireux de poursuivre des études de Physique, on demandera de savoir établir une loi d'échelle pour un système à partir de l'analyse dimensionnelle.
- Saura caractériser l'état d'un système et utiliser son **équation d'évolution temporelle** pour décrire son état ultérieur dans des cas simples (évolution linéaire, exponentielle, périodique). Saura caractériser cette évolution au moyen d'une échelle de temps typique. Pour l'étudiant désireux de poursuivre des études de Physique, on recommandera de savoir établir l'équation d'évolution d'un système simple au moyen d'un raisonnement différentiel.
- Connaîtra les notions fondamentales de la **cinématique** : référentiel, repère, position, vitesse, accélération, changement de référentiel entre référentiels en translation uniforme, principe de relativité, et saura les mettre en œuvre dans le cas à 1 dimension (1D). Saura déterminer la vitesse et l'accélération à partir de l'expression de la fonction $x(t)$. Sera capable d'effectuer un **changement de référentiel dans le cadre classique ou relativiste**.
- Sera en mesure de mettre en œuvre **les principes fondamentaux de la dynamique** pour étudier le mouvement à 1D d'un système à partir d'un bilan des forces extérieures. Saura résoudre les équations différentielles du premier et du deuxième ordre dans les cas simples. Saura caractériser l'équilibre d'un système dans le cas 2D en effectuant une somme vectorielle. Saura étudier le mouvement en termes énergétiques, et connaîtra les notions de travail et d'énergie potentielle. Connaîtra les conditions d'application des principes de **conservation de quantité de mouvement et d'énergie**. Saura utiliser ces lois de conservation à 1D. Pour l'étudiant désireux de poursuivre des études de Physique, on recommandera de savoir démontrer le théorème de l'énergie cinétique, d'être capable de déterminer l'approximation harmonique d'une énergie potentielle via l'utilisation d'un développement limité.
- Sera en mesure de mettre en œuvre les concepts de la mécanique pour donner une **interprétation microscopique des états de la matière**.

❖ Contenu des cours et travaux dirigés

Les cours sont accompagnés de séances de travaux dirigés. La répartition du volume horaire ci-dessous est indicative.

Semaine 1 – La démarche du Physicien

- La Physique dans le champ scientifique. La démarche du Physicien.
- Le champ d'investigation de la Physique : du microscopique au macroscopique/de l'élémentaire au complexe.
- Le monde élémentaire : constituants et interactions fondamentales.
- Le monde macroscopique et la complexité. Cohésion et états de la matière à l'échelle macroscopique.

Semaine 2 –Grandeurs physiques, dimensions et unités

- Grandeurs physiques, lois, dimensions, systèmes d'unités
- Homogénéité d'une relation. Analyse dimensionnelle
- Lois d'échelle

Semaines 3-4-5-6 –Des systèmes qui évoluent dans le temps

- Systèmes et évolution temporelle : définition d'un système et de son environnement, état et évolution temporelle d'un système physique.
- Quelques exemples fondamentaux d'évolution temporelle : évolutions temporelles linéaire, exponentielle et périodique. Equations d'évolution. Echelles de temps caractéristiques.
- Modélisation de situations physiques : radioactivité, dynamique de populations, croissance cellulaire.

Semaines 7-8-9-10-11 –Des systèmes qui évoluent dans le temps et dans l'espace (le mouvement)

La cinématique : décrire le mouvement.

- Modèle du solide rigide
- Relativité du mouvement. Référentiels. Repère, position, vitesse, accélération
- Référentiels en translation : cas classique ou relativiste.

La dynamique : comprendre les causes du mouvement

- Les lois du mouvement et de l'équilibre. Principes fondamentaux. Forces.
- Application du principe fondamental de la dynamique à des exemples de mouvements à 1 dimension (chute libre ou avec frottement, distance d'arrêt sur un support horizontal, oscillateur harmonique)
- Etude de l'équilibre d'un système à 2 dimensions (exemple du palet sur un plan incliné – angle critique)
- Conservation de la quantité de mouvement. Etude des collisions à 1 dimension

La dynamique : le point de vue énergétique

- Puissance, travail, théorème de l'énergie cinétique. Retour sur les exemples de la partie précédente.
- Force conservative, énergie potentielle
- Conservation de l'énergie mécanique. Paysages énergétiques. Stabilité des positions d'équilibre.

Semaine 12 – Des systèmes complexes

- Etats de la matière : description macroscopique.
- Etats de la matière : interprétation microscopique
- Quelques exemples de phénomènes collectifs : propagation d'une onde, diffusion de matière.

❖ Travaux pratiques

L'UE comporte 7 séances de travaux pratiques obligatoires : - 1 séance d'introduction au travail expérimental de 2h,
- 3 séances de manipulation expérimentale de 4h,
- 3 séances d'exploitation des résultats de 2h.

Manip " Le pendule"

Caractérisation des propriétés du mouvement d'un pendule, notamment isochronisme des petites oscillations.

Objectif : introduction à la notion d'incertitude expérimentale. Quantification de ces incertitudes.

Manip "Ecoulements"

Identifier des comportements temporels linéaire et exponentiel lors d'expériences d'écoulement d'un liquide. Mesurer les caractéristiques principales de ce comportement.

Objectif : savoir utiliser des représentations graphiques pour exploiter les résultats de mesures.

Manip "Collisions"

Etude de collisions élastiques. Mesure de quantités cinématiques. Bilan d'énergie cinétique et de quantité de mouvement.

Objectif : savoir faire un bilan pour une grandeur algébrique. Pouvoir mettre en évidence expérimentalement une loi de conservation.

❖ Livres de référence

Physique pour les sciences de la vie (tomes 1 et 2) – Auteurs : A. Bouyssy, M. Davier et B. Gatty

Publié par Belin

Empruntable auprès de la bibliothèque du L1 (Campus Jussieu, bâtiment F).

Physique, une introduction – Ouvrage sous la direction de J.P. Pérez

Publié par de Boek

Empruntable auprès de la bibliothèque du L1 (Campus Jussieu, bâtiment F).

Physique Générale (tome 1) – Auteurs : M. Alonso et Edward J. Finn

Publié par Dunod

Empruntable auprès de la bibliothèque du L1 (Campus Jussieu, bâtiment F).

Physique – Auteurs : J. Kane et M. Sternheim

Publié par Dunod

Empruntable auprès de la bibliothèque du L1 (Campus Jussieu, bâtiment F).