

Objectifs d'apprentissage du chapitre 1 – Physique et mécanique, analyse dimensionnelle et ordres de grandeur

• **Connaissances**

- Principes de la démarche scientifique
- Cadre d'étude de la physique
- Définition des mécaniques
- Notions de physique fondamentale moderne
- Ordres de grandeur des différents domaines de la physique

• **Compétences**

- Conversions entre systèmes d'unités
- Manipulation des expressions littérales
- Analyse dimensionnelle pour vérifier un résultat et pour obtenir une formule
- Estimation d'ordres de grandeur
- Présentation d'un résultat numérique (3 chiffres significatifs et unités)

Objectifs d'apprentissage du chapitre 2 – Cinématique

• Connaissances

- Notions d'espace, de temps et de référentiel. Système de coordonnées cartésiennes.
- Définitions 1d vitesse et accélération (moyennes et instantanées). Caractéristiques du mouvement (accéléré, retardé). Mouvement rectiligne.
- Introduction des notions d'abscisse curviligne et d'oscillateur harmonique.
- Vitesse et accélération : définitions et propriétés vectorielles.
- Mouvements bidimensionnels : circulaire et parabolique. Mouvements 3d.
- Notion de vitesse relative, loi de composition des vitesses.
- Systèmes de coordonnées polaires (exercices de cours C2.5, C2.6 et C2.7) et cylindriques (C2.8). Base de Frenet. Système de coordonnées sphériques (C2.9).
- Principe de Fermat et lois de l'optique géométrique (C2.10).

• Compétences

- Savoir résoudre un problème de cinématique :
 - * Extraction de $\vec{v}(t)$ et $\vec{a}(t)$ à partir de $\vec{r}(t)$ (C2.1).
 - * Calcul de la trajectoire $\vec{r}(t)$ à partir de $\vec{a}(t)$: intégration (C2.2).
- Caractériser un mouvement par application du produit scalaire $\vec{a} \cdot \vec{v}$.
- Maîtrise des problèmes de balistique (C2.3).
- Étude détaillée du mouvement circulaire avec raisonnements cartésien et polaire (C2.4 et C2.6).
- Maîtrise des outils mathématiques :
 - * Dérivées et intégrales de polynômes et des fonctions usuelles.
 - * Opérations sur les vecteurs : somme, différence, produit scalaire, produit vectoriel, dérivée et intégrale.

Objectifs d'apprentissage du chapitre 3 – Dynamique - Forces et lois de Newton

• Connaissances

→ Description et propriétés générales des forces :

* forces à distance : interactions fondamentales, poids, Coulomb, Lorentz ;

* forces de contact : réaction, tension, élastique (ressort), frottements solide-solide, frottements visqueux, poussée d'Archimède.

→ Lois de Newton : principe de l'inertie, principe fondamental de la dynamique classique, principe de l'action - réaction.

→ Référentiels d'inertie (galiléen), terrestre (laboratoire), géocentrique, héliocentrique.

→ Comprendre le rôle joué par une équation différentielle dans l'étude de l'évolution temporelle d'un système physique.

• Compétences

→ Savoir appliquer le principe fondamentale de la dynamique classique à des problèmes simples (exercices de cours C3.1 à C3.4).

→ Maîtrise des outils mathématiques :

* projection de vecteurs,

* résolution d'une équation différentielle du premier ordre,

* développements limités des fonctions usuelles au premier et second ordre,

* équation de la tangente en un point d'une courbe quelconque.

Objectifs d'apprentissage du chapitre 4 – Énergie et loi de conservation 1

• Connaissances

- Définitions du travail d'une force et de la puissance mécanique.
- Définition de l'énergie cinétique. Théorème de l'énergie cinétique.
- Définitions de l'énergie potentielle et des forces conservatives.
- Conservation de l'énergie mécanique.
- Diagrammes d'énergies. Critères d'équilibre et de stabilité.
- Forces non conservatives. Théorème de l'énergie mécanique.

• Compétences

- Calculs de travaux (C4.1) et d'énergies potentielles (pesanteur, ressort, gravitation, C4.2).
- Savoir faire un bilan énergétique pour calculer des quantités physiques simples (C4.3 et C4.4).
- Outils mathématiques (annexe A et exercice C4.5 en annexe C) :
 - * manipulation des différentielles,
 - * notions sur les intégrales curvilignes (circulations),
 - * notion sur les dérivées partielles,
 - * notion sur les opérateurs différentiels (gradient, rotationnel, divergence).

Objectifs d'apprentissage du chapitre 5 – Oscillateurs et mouvements périodiques

• Connaissances

- Définitions des mouvements périodiques. Notions de période, de fréquence et de pulsation.
- Notions sur la mesure du temps.
- Description des mouvements oscillants libres, amortis et forcés.
- Notions d'amplitude maximale, de phase, de déphasage et de facteur d'amortissement.
- Description du phénomène de résonance.

• Compétences

- Étude de l'oscillateur harmonique simple. Régime libre. Ressort (C5.1) et pendule (E5.5).
- Étude de l'oscillateur harmonique amorti. Régimes surcritique, critique et pseudopériodique (C5.2).
- Étude de l'oscillateur harmonique forcé. Régimes transitoire et permanent. Analyse d'une résonance (C5.3).
- Outils mathématiques :
 - * Équations différentielles du second ordre.
 - * Nombres complexes.

Objectifs d'apprentissage du chapitre 6 – Impulsion et loi de conservation 2

• Connaissances

- Impulsion/quantité de mouvement : définition.
- Notion de système isolé et conservation de l'impulsion.
- Notions élémentaires sur les chocs : force moyenne, temps caractéristique et taille caractéristique du choc.
- Conservation de l'impulsion. Cas à deux particules. Cas à N particules.
- Définitions du centre de masse et du référentiel du centre de masse.
- Collisions inélastiques et élastiques. Collision élastique 2d, angle de diffusion.

• Compétences

- Savoir appliquer le PFDC et le théorème de l'énergie cinétique afin de calculer les caractéristiques du choc (C6.1).
- Savoir appliquer la conservation de l'impulsion pour obtenir des informations sur les masses et les vitesses des particules impliquées (C6.2).
- Résolution de problèmes de collisions élastiques et inélastiques unidimensionnel (C6.3, C6.4).
- Étude de la collision élastique bidimensionnelle (C6.5).

Objectifs d'apprentissage du chapitre 7 – Rotation, moment cinétique et loi de conservation 3

• Connaissances

→ Nuance entre le moment cinétique et le moment angulaire. Notions de moment cinétique orbital et de moment cinétique intrinsèque (spin).

→ Définition et propriétés du moment d'une force. Nullité du moment des forces radiales et centrales. Condition d'équilibre pour les mouvements de rotation.

→ Définition du moment angulaire. Théorème du moment cinétique.

→ Conservation du moment cinétique. Comparaison translation - rotation. Moment d'inertie.

→ Applications à la loi des aires et au mouvement sur une ellipse.

• Compétences

→ Savoir calculer le moment d'une force (C7.1).

→ Savoir appliquer la conservation du moment cinétique pour obtenir des informations simples (C7.2).

→ Etre capable de démontrer la loi des aires (seconde loi de Kepler).

→ Pouvoir expliquer qualitativement les variations de vitesses d'un satellite sur une orbite elliptique.

→ Outils mathématiques – Formulations mathématiques des rotations : représentation matricielle et rotation infinitésimale.

Objectifs d'apprentissage du chapitre 8 – Gravitation

• Connaissances

- Propriétés de la force de gravitation (C8.1).
- Énergie potentielle gravitationnelle et vitesse de libération.
- Notions élémentaires sur l'expansion de l'univers et les trous noirs.
- Mouvements avec force en $1/r^2$: satellites et mouvement circulaire.
- Mouvements avec force en $1/r^2$: potentiel effectif et trajectoires elliptique, parabolique et hyperbolique.
- Mise en orbite d'un satellite. Troisième loi de Kepler.

• Compétences

- Calcul de l'énergie potentielle d'une force en $1/r^2$.
- Calcul de la vitesse de libération d'une sonde (C8.2).
- Savoir retrouver les propriétés des satellites en mouvement circulaire (C8.3).
- Obtention et analyse qualitative de l'énergie potentielle gravitationnelle effective. Comprendre le lien entre le signe de l'énergie mécanique et la forme de la trajectoire.
- Calcul des bilans énergétiques et leurs implications (C8.4).
- Outils mathématiques :
 - * Étude des coniques (annexe E).
 - * Gravitation d'une sphère homogène (annexe F, C8.5).

Objectifs d'apprentissage du chapitre 9 – Forces d'inertie et changement de référentiel

• Connaissances

→ Cinématique des changements de référentiel. Vitesse d'entraînement, accélération d'entraînement et accélération de Coriolis.

→ Dynamique des changements de référentiel. Forces d'inertie, forces fictives, force centrifuge, force de Coriolis.

Applications – Exercices de cours C9.1 et C9.2

→ Effets de la rotation de la Terre.

• Compétences

→ Savoir calculer les variables cinématiques dans deux référentiels quelconques.

→ Savoir calculer les forces d'inertie d'un référentiel non galiléen.

→ Interprétation des forces d'inertie et de leur caractère fictif ou non selon la nature de l'observateur considéré.