

# Programme de la semaine du 10 février 2025

Dernier programme avant les vacances d'hiver.

## Cours

### Chapitre 13 : Cinématique classique

- Savoir définir la notion de référentiel (et préciser chaque terme de la définition). Savoir illustrer la relativité du mouvement sur un exemple. Savoir citer quelques exemples où la conception classique de l'espace et du temps est mise en défaut.
- Savoir définir et représenter les systèmes de coordonnées cartésiennes, polaires, cylindriques et sphériques et les bases locales associées. Connaître l'expression du vecteur position dans les différents repères.
- Dans le système de coordonnées sphériques, savoir représenter les coordonnées et la base locale dans les plans méridien et parallèle.
- Dans le plan, savoir relier les coordonnées polaires  $(r, \theta)$  aux coordonnées cartésiennes  $(x, y)$  et projeter la base polaire dans la base cartésienne.
- **Trajectoire d'un point matériel** : savoir définir les vecteurs position, déplacement, vitesse instantanée, déplacement élémentaire, et accélération instantanée, **et accompagner ces définitions de schémas**. Savoir interpréter géométriquement le vecteur vitesse instantanée et le vecteur accélération instantanée.
- **Application : mouvement uniformément accéléré**. Exemples d'un mouvement rectiligne et de la chute libre puis cas général (on démontre alors que la trajectoire est rectiligne ou plane). Les 2 exemples doivent pouvoir être restitués très précisément !
- Utilisation des coordonnées polaires pour décrire une trajectoire plane : expression des vecteurs position, vitesse, accélération. Expression du vecteur déplacement élémentaire.
- **Application : mouvement circulaire**. Expression du vecteur vitesse et du vecteur accélération dans la base polaire locale. Le vecteur accélération se décompose en une composante tangentielle et une composante normale. La composante normale est orientée vers l'intérieur de la trajectoire. Savoir la relier à la norme de la vitesse et au rayon de la trajectoire. Savoir représenter qualitativement le vecteur vitesse et le vecteur accélération sur quelques exemples.
- Utilisation des coordonnées cylindriques pour décrire une trajectoire : expression des vecteurs position, vitesse, accélération. Expression du vecteur déplacement élémentaire.
- Utilisation des coordonnées sphériques pour décrire une trajectoire : savoir retrouver le vecteur déplacement élémentaire en composant les 3 déplacements élémentaires dans la base locale sphérique, puis en déduire le vecteur vitesse.
- Repère de Frenet pour une trajectoire plane. Savoir définir le repère de Frenet et exprimer le vecteur vitesse dans le repère de Frenet. Connaître l'expression admise du vecteur accélération, et savoir faire l'analogie avec le mouvement circulaire en représentant qualitativement le cercle osculateur au point  $M$ . **Note aux colleurs et colleuses : j'oriente le vecteur  $\vec{u}_N$  vers l'intérieur de la trajectoire, afin que le rayon de courbure soit toujours positif. Il me semble que cela suffit pour les applications utiles, en tout cas si la concavité de la trajectoire ne change pas de sens au cours du mouvement.**

### Chapitre 14 : Principes de la dynamique newtonienne

- Savoir définir la quantité de mouvement d'un point matériel.
- Pour un système de 2 points matériels **uniquement** savoir définir le centre de gravité du système et montrer que la quantité de mouvement du système (définie comme la somme des quantités de mouvement de chaque point) est égale au produit de la masse totale et du vecteur vitesse du centre de gravité. La généralisation à un système de  $N$  points ou un solide est **admise**.
- Savoir énoncer le **principe d'inertie** (« Première Loi de Newton ») pour un point matériel. Savoir que tous les référentiels galiléens sont en translation rectiligne uniforme les uns par rapport aux autres. Savoir définir le référentiel de Copernic, le référentiel géocentrique et le référentiel terrestre, et justifier qualitativement à quelle condition on peut les considérer comme galiléen.

- Savoir énoncer le **principe fondamental de la dynamique (PFD)** (« Deuxième Loi de Newton ») pour un point matériel.
- Savoir énoncer le **principe des actions réciproques** (« Troisième Loi de Newton »).
- Savoir énoncer le « théorème de la quantité de mouvement » pour un système de points matériels ou un solide. **La démonstration en a été donnée mais n'est pas à connaître.** En revanche il faut bien savoir que les forces intérieures au système ne peuvent pas modifier la quantité de mouvement du centre de gravité.
- Connaître l'expression de la force gravitationnelle. Savoir exprimer l'expression de l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre.
- **Exemples de mouvements dans le champ de pesanteur.** Traités sous forme d'exercices de cours.

#### Exercice 1 (Chute libre sans vitesse initiale)

Un objet de masse  $m$  est lâché sans vitesse initiale d'une hauteur  $h$  au dessus de la surface de la Terre. Le champ de pesanteur est supposé uniforme et on néglige toute influence des frottements de l'air : le corps est en chute libre. Déterminer l'équation horaire du mouvement et la durée de chute  $\tau$ , ainsi que la vitesse  $v_f$  au moment de l'impact sur le sol. Applications numériques pour  $h = 10$  m, 100 m, 1000 m.

#### Exercice 2 (Chute libre sur un plan incliné)

Un objet de masse  $m$  est lâché sans vitesse initiale sur un plan incliné. En l'absence de frottements entre le plan incliné et l'objet, le plan incliné exerce une force de contact sur l'objet, appelée « réaction normale » ; elle est orthogonale au support. Déterminer l'équation horaire du mouvement

#### Exercice 3 (Chute avec frottements fluides (1))

Reprendre l'exercice 1 en tenant compte des frottements fluides. On supposera que la force de traînée est **linéaire** avec la vitesse. Montrer que la norme de la vitesse ne peut dépasser une vitesse limite  $v_{\text{lim}}$  dont on donnera l'expression.

## Exercices

Exercices sur le **Chapitre 13** et éventuellement **d'application simple** sur le **Chapitre 14**.