

Fondements de la mécanique du point

Plan du cours

I Décrire le mouvement d'un point

- I.1 Du solide au point matériel
- I.2 Référentiel et repère de temps
- I.3 Vecteurs cinématiques

II Actions mécaniques exercées sur le système

- II.1 Modélisation d'une action mécanique par une force
- II.2 Principe des actions réciproques
- II.3 Des forces dont l'expression est connue

III Principe fondamental de la dynamique

IV Exemple de la chute libre sans frottements

- IV.1 Modélisation
- IV.2 Équation du mouvement et loi horaire
- IV.3 Équation de la trajectoire

Ce que vous devez savoir et savoir faire

- ▷ Différencier un solide d'un système déformable.
- ▷ Savoir que le mouvement est relatif à un référentiel.
- ▷ Énoncer le principe d'inertie comme postulat d'existence de référentiels galiléens.
- ▷ Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
- ▷ Définir les vecteurs position, vitesse et accélération d'un point, savoir qu'ils dépendent du référentiel et/ou du point origine.
- ▷ Établir et exploiter les expressions des composantes des vecteurs position, vitesse et accélération en coordonnées cartésiennes.
- ▷ Définir une force en donnant ses caractéristiques (direction, sens, norme, point d'application).
- ▷ Énoncer et exploiter le principe des actions réciproques.
- ▷ Établir un bilan des forces sur un système ou plusieurs systèmes en interaction et en rendre compte sur une figure.
- ▷ Connaître et exploiter les lois de forces usuelles : force de gravitation, poids, force de Coulomb, force de Lorentz électrique. Cette liste sera complétée au fur et à mesure de l'année.
- ▷ Définir la quantité de mouvement d'un point matériel et savoir qu'elle dépend du référentiel.
- ▷ Exploiter la loi de la quantité de mouvement pour déterminer les équations du mouvement d'un point matériel.
- ▷ Caractériser un système isolé par la conservation de sa quantité de mouvement.
- ▷ Mettre en équation un mouvement de chute libre sans frottements pour le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant.
- ▷ Dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré, exprimer les vecteurs vitesse et position en fonction du temps.
- ▷ Dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré, obtenir la trajectoire en coordonnées cartésiennes.

Questions de cours pour les colles

- ▷ Énoncer les lois de Newton : principe d'inertie, loi de la quantité de mouvement, principe des actions réciproques.
- ▷ Définir les vecteurs position, vitesse et accélération et exprimer leurs composantes dans la base cartésienne.
- ▷ Énoncer avec précision **et schéma** une loi de force au choix du colleur.
- ▷ Étude de la chute libre sans frottement d'un point matériel :
 - Établir les équations du mouvement (exercice C2) ;
 - En déduire les composantes du vecteur vitesse (exercice C3) ;
 - En déduire les coordonnées du point (exercice C4) ;
 - En déduire l'équation de la trajectoire (exercice C5).

Les résultats sur la chute libre ne sont pas à apprendre par cœur mais à savoir démontrer. La question de cours peut ne porter que sur une étape de la démonstration, les équations de départ seront alors rappelées.

Remarques pédagogiques :

L'objectif de ce chapitre est de préparer l'étude de l'oscillateur harmonique et des transitoires mécaniques. Il aborde toutes les bases de la dynamique en coordonnées cartésiennes.

Seules les lois de force introduites au lycée ont été rappelées : force de gravitation, poids, force de Coulomb entre deux particules chargées, force de Lorentz électrique. Les forces de frottement fluide et de rappel d'un ressort seront introduites dans les chapitres suivants. La force de réaction d'un support n'a pas été évoquée, mais elle est connue des étudiants : elle peut être utilisée en exercice à condition d'être décrite par l'énoncé.

Il n'y a pas de contrainte sur les exercices à poser en colle, si ce n'est d'être modeste sur la maîtrise attendue : choix du repère et projections peu (pas) travaillées, pas d'autre méthode de résolution du PFD que deux intégrations successives, etc.

Rédaction d'un problème de mécanique

Les formats de rédaction décrits ici sont imposés dans un premier temps. L'intitulé des étapes **doit apparaître explicitement**. Il sera toujours temps de prendre des libertés et d'alléger la rédaction lorsque vous aurez plus d'aisance ... ce qui va prendre plusieurs semaines.

Obtention des équations du mouvement

- ▷ *Système* : ...
- ▷ *Référentiel* : ...
- ▷ *Schéma*, à un instant **quelconque**, en précisant le repérage adopté.
- ▷ *Bilan des forces* : lister les forces, les exprimer dans le repère choisi, et lorsque c'est possible les représenter sur le schéma.
- ▷ *Application du PFD* puis projection pour obtenir les équations du mouvement.

Résolution d'une équation différentielle

- ▷ *Forme générale des solutions*, qui fait intervenir des constantes d'intégration ;
- ▷ *Condition initiale*, à exprimer et projeter dans le repère choisi si besoin ;
- ▷ *Détermination des constantes d'intégration* par identification entre la solution et la condition initiale, à rédiger sous la forme

$$x(0) \underbrace{=} \dots \underbrace{=} \dots$$

sol CI

- ▷ *Conclusion* : exprimer la fonction $x(t)$ à tout instant.