

PRINCIPES de la MECANIQUE

Compétences

- Savoir définir le système étudié et le référentiel d'étude
- Savoir décrire le mouvement d'un point au cours du temps en utilisant, les vecteurs position, vitesse et accélération
- Savoir définir un référentiel galiléen
- Connaître et exploiter les 3 lois de Newton
- Savoir définir la quantité de mouvement d'un point matériel et son évolution lorsque le système est isolé

Compétences expérimentales

- Mettre en oeuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan quantitatif de quantité de mouvement

Plan

1- Cinématique

- 1.1- Système d'étude et référentiel
- 1.2- Vecteur position
- 1.3- Vecteur vitesse
- 1.4- Vecteur accélération

2- La dynamique et les lois de Newton

- 2.1- 1ère loi de Newton (principe d'inertie)
- 2.2- 2ème loi de Newton (principe fondamental de la dynamique)
- 2.3- 3ème loi de Newton (principe des actions réciproques)

3- Quantité de mouvement

- 3.1- Définition
- 3.2- Quantité de mouvement pour les systèmes fermés
- 3.3- Propulsion à réaction d'un système ouvert

1- Cinématique

La cinématique est l'étude des mouvements d'un objet indépendamment des causes qui lui ont donné naissance.

1.1- Système d'étude et référentiel

Avant tout, il faut définir le système étudié : voiture, mobile, luge avec la ficelle ou sans la ficelle etc...

Le mouvement du système dépend de la position de l'observateur. En effet un livre posé dans une voiture est immobile si l'objet de référence est le conducteur de la voiture, mais il est en mouvement si l'observateur est perché sur un arbre au bord de la route. On dit que le mouvement est **relatif**. Il est donc indispensable de définir l'objet de référence qu'on appelle **référentiel d'étude**.

On associe au référentiel,

- un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ définissant les positions dans l'espace selon les axes Ox, Oy et Oz.
- Un repère des dates. On choisit souvent la date $t=0$ comme origine du mouvement.

Les référentiels connus sont,

- référentiel terrestre (un objet du laboratoire par exemple)
- référentiel géocentrique
- référentiel héliocentrique

1.2- Vecteur position

Le vecteur position est le vecteur qui lie le point O fixe dans le référentiel d'étude et le point M du système étudié. En général, on choisit, le point O, origine du repère lié au référentiel et le point M centre de gravité du système.

Dans ce repère le point M a les coordonnées : (x, y, z)

Le vecteur position \overrightarrow{OM} est défini par : $\overrightarrow{OM} =$

Comme tout vecteur, il est défini par un point d'origine, une direction, un sens et une valeur.

Les positions de M dépendent du temps, si bien qu'on devrait écrire :

La distance OM est la norme du vecteur position et se définit par :

$x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ sont les équations horaires du mouvement, elles seront l'objet d'étude du chapitre suivant.

1.3- Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse correspond aux variations de la position du point M en fonction du temps.

On écrit Δ lorsqu'on parle de grandes variations, on écrit « d » quand on parle de petite variation devant la durée totale de l'expérience.

1.4- Vecteur accélération

le vecteur accélération instantanée correspond aux variations de la vitesse par rapport au temps

Remarques

Si l'accélération est constante, alors la vitesse croît (ou décroît) linéairement avec le temps.

Si le **vecteur** vitesse est constant, l'accélération est Attention, si la vitesse est constante seulement en valeur, l'accélération n'est pas forcément nulle : exemple de la trajectoire circulaire uniforme.

Ex n°9-10 (vecteurs) p146

- Ex n°14-15-16 p146

2- La dynamique et les lois de Newton

Newton (1642 - 1727)

La dynamique est l'étude des mouvements d'un objet en lien avec les forces qui s'exercent sur lui.

2.1- 1^{ère} loi de Newton (principe d'inertie)

Dans un référentiel galiléen, tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

On appelle référentiel galiléen, tout référentiel dans lequel ce principe s'applique. C'est un référentiel dans lequel les lois de Newton sont vérifiées. Le référentiel terrestre est galiléen si la durée de l'expérience est courte. Au-delà de quelques minutes ou quelques heures, les effets de la rotation de la Terre sur elle-même sont visibles, et ce principe n'est plus vérifié.

2.2- 2^{ème} loi de Newton (principe fondamental de la dynamique)

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées à un objet ponctuel est égale au produit de la masse de l'objet par son vecteur accélération.



18 (le skieur) – 23 – 26 p148

29 p 148

2.3- 3^{ème} loi de Newton (principe des actions réciproques)

Lorsque deux objets sont en interaction, l'un exerce une force sur l'autre et réciproquement. Les deux forces ont la même droite d'action, ont la même intensité, mais un sens opposé.

3- Quantité de mouvement

3.1- Définitions

On appelle quantité de mouvement () d'un point matériel le produit de sa masse par sa vitesse.



La quantité de mouvement dépend de la vitesse donc du référentiel d'étude.

On appelle système , un système qui n'échange pas de matière avec l'extérieur, sa masse reste donc constante.

On appelle système, un système qui n'est soumis à aucune force.

On appelle système, un système soumis à des forces qui se compensent.

3.2- Quantité de mouvement pour les systèmes fermés

Dans le cas d'un système fermé, la masse de celui-ci est

Sa quantité de mouvement est :

la dérivée de \overline{p} par rapport au **temps** est :

d'après la 2^{ème} loi de Newton :

Pour un système fermé ET isolé, la somme des forces est (les forces se compensent).

Donc ce qui veut dire que

On dit que la quantité de mouvement se conserve pour un système isolé (en réalité pseudo-isolé)

3.3- Propulsion à réaction d'un système ouvert