

CHAP PH 8 : MECANIQUE NEWTONIENNE

1) Description du mouvement

1.) Système

a) Définition

Un système mécanique est une portion de l'univers, choisie arbitrairement, en interaction avec d'autres systèmes.

b) Diagramme objet-interaction

Ex : 9, 10 p138

2.) Référentiel

Un référentiel est un solide de référence, éventuellement abstrait, par rapport auquel on repère toute position et toute trajectoire.

On peut doter un référentiel d'un repère, comprenant une origine O , et des vecteurs de base $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ tels que tout point A y soit repéré par la donnée du vecteur position $\vec{OA} = x_A \vec{i} + y_A \vec{j} + z_A \vec{k}$, x_A , y_A et z_A étant les coordonnées du vecteur position et les coordonnées du point A .

3.) Vecteur vitesse d'un point

La trajectoire d'un point M est l'ensemble des positions successives du point $M(t)$. Dans un référentiel donné, d'origine O , la donnée de cette trajectoire est la donnée de l'évolution temporelle du vecteur position $\vec{OM}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$. Dans la pratique, on ne connaît la position de M que pour des instants successifs $t_1, t_2, \dots$; on note les positions : $M_1, M_2, \dots$. On définit alors la vitesse moyenne, par exemple, à l'instant t_3 par $\vec{v}_3 = \frac{\vec{OM}_2 - \vec{OM}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{OM}}{\Delta t}$. En faisant tendre Δt vers 0, on obtient une limite : la vitesse instantanée :

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

Coordonnées du vecteur vitesse : Les coordonnées du vecteur vitesse se déduisent facilement des coordonnées du vecteur position par dérivation temporelle :

$$\vec{v}(t) = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} \quad v_y = \frac{dy}{dt} \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

Activité tracé du vecteur vitesse.

4.) Vecteur accélération

Comme le vecteur vitesse est défini à partir du vecteur position, le vecteur accélération est défini à partir du vecteur vitesse comme sa variation entre deux instant successifs par unité de temps. Par exemple, l'accélération moyenne à l'instant t_3 est définie par :

$\vec{a}_3 = \frac{\vec{v}_4 - \vec{v}_2}{t_4 - t_2} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$. De la même façon que dans le cas de la vitesse, on fait tendre Δt vers 0, et on obtient une limite :

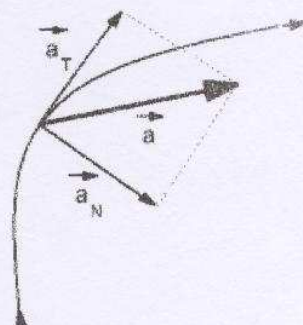
l'accélération instantanée :

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Et, de même, les coordonnées de $\vec{a}$ se déduisent des coordonnées de $\vec{v}$ par dérivation temporelle :

$$\vec{a}(t) = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$$



Décomposition du vecteur accélération :

Le vecteur $\vec{a}$ peut être décomposé en deux parties :

- Une partie tangentielle $\vec{a}_T$, tangente à la trajectoire.
- Une partie normale $\vec{a}_N$, perpendiculaire à la trajectoire

La partie tangentielle $\vec{a}_T$ décrit la variation de la valeur de la vitesse, la partie normale $\vec{a}_N$ décrit le changement de direction de la vitesse.

Activité tracé du vecteur accélération.

II) Lois de Newton

1) Première loi de Newton

Il s'agit du principe d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un système ne varie pas si et seulement si la somme des forces extérieures appliquées au système est nulle.

2) Deuxième loi de Newton

Dans un référentiel Galiléen :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

3) Troisième loi de Newton

A et B étant deux systèmes en interaction, $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont même droite d'action et :

$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$$

Décomposition du vecteur accélération :

Le vecteur $\vec{a}$ peut être décomposé en deux parties :

- Une partie tangentielle $\vec{a}_T$, tangente à la trajectoire.
- Une partie normale $\vec{a}_N$, perpendiculaire à la trajectoire

La partie tangentielle $\vec{a}_T$ décrit la variation de la valeur de la vitesse, la partie normale $\vec{a}_N$ décrit le changement de direction de la vitesse.

Activité tracé du vecteur accélération.

II) Lois de Newton

1) Première loi de Newton

Il s'agit du principe d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un système ne varie pas si et seulement si la somme des forces extérieures appliquées au système est nulle.

2) Deuxième loi de Newton

Dans un référentiel Galiléen :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

3) Troisième loi de Newton

A et B étant deux systèmes en interaction, $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont même droite d'action et :

$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$$