

Chapitre 3 leçon 1 MECANIQUE NEWTONIENNE

BUT: comment décrire avec précision le mvt (mouvement) d'un mobile et comment prédire son mvt à partir des forces qu'il subit.

I. DESCRIPTION D'UN MOUVEMENT

pour définir une étude mécanique on choisit **un référentiel**, on établit le **système étudié** et on effectue le **bilan des forces**.

1 Référentiel d'étude

Un référentiel est un objet qu'on considère fixe, on y associe: une origine, un repère, une base de temps.

Un référentiel est galiléen si le principe d'inertie (1^{ère} loi de Newton) y est vérifié.

Un référentiel galiléen est soit **fixe** soit animé d'un **M.R.U** (mouvement rectiligne uniforme).

2 Système étudié

Le système étudié est l'objet dont on veut connaître le mvt. Cependant tous les points de l'objet n'ont pas des trajectoires faciles à étudier. On se limite au point dont la trajectoire est la plus simple: **centre d'inertie**.

3 Bilan des forces

On liste les **forces extérieures** qui s'exercent sur le système.

cf: *fiche méthode*

II. DEFINITIONS VECTORIELLES

Pour étudier correctement le mvt d'un pt M, on doit connaître à chaque instant sa **position**, sa **vitesse** et son **accélération**.

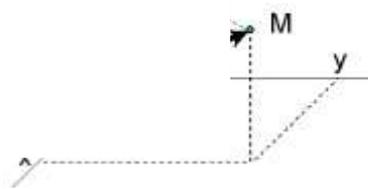
Vecteur position

1 Vecteur position

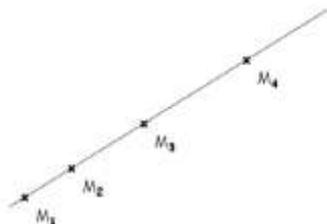
$(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ forme une base orthonormée, O est fixe.

Le vecteur position de M est :

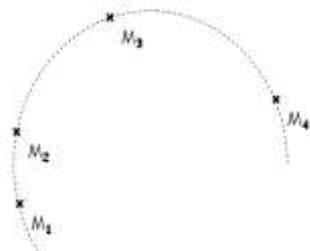
$$\vec{OM} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k}$$



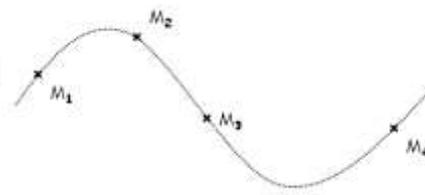
La trajectoire de M peut être :



rectiligne



circulaire



curviligne

2 Vecteur vitesse

Le point M se déplace de M_1 à M_2 en un temps Δt . Son vecteur vitesse moyenne sur ce trajet est:

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{M_1 M_2}}{\Delta t} \quad v \begin{pmatrix} x'(t) = \dot{x} \\ y'(t) = \dot{y} \\ z'(t) = \dot{z} \end{pmatrix} \text{ si } OM \begin{pmatrix} x = 2t \\ y = 5 \\ z = t^2 \end{pmatrix} \text{ alors } v \begin{pmatrix} x'(t) = 2 \\ y'(t) = 0 \\ z'(t) = 2t \end{pmatrix}$$

Lorsque Δt devient très petit, cette vitesse moyenne tend vers la vitesse instantanée de M. On la note

$$v = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{OM_2 - OM_1}{\Delta t} = \frac{dOM}{dt} = \frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} + \frac{dz}{dt} = x'(t) + y'(t) + z'(t)$$

et peut se noter $x'(t)$ ou \dot{x}

Si la vitesse est constante le mvt est dit uniforme.

3 Vecteur accélération

La vitesse du point M passe de \vec{v}_1 à \vec{v}_2 en un temps Δt . On définit l'accélération moyenne

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \\ \vec{v} = \begin{matrix} x'(t) \\ y'(t) \\ z'(t) \end{matrix} \begin{matrix} \vec{i} \\ \vec{j} \\ \vec{k} \end{matrix}$$

Par définition $\vec{a} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = x''(t) \vec{i} + y''(t) \vec{j} + z''(t) \vec{k}$ peut se noter $x''(t)$ ou \ddot{x}

Si la vitesse est constante on dit que le mouvement est uniformément accéléré ou ralenti.

III. CONSTRUCTIONS VECTORIELLES

1 Le M.A.P

Un système de marquage électrique permet d'enregistrer sa trajectoire.

Référentiel : terrestre (galiléen)

Système : mobile autoporteur assimilé à son centre d'inertie G.

Bilan des forces :

- poids \vec{P}
- force exercée par le coussin d'air \vec{F}

Le M.A.P est soumis à 2 forces qui se compensent, tout se passe comme si il n'était soumis à aucune force, on dit qu'il est **pseudo-isolé**.

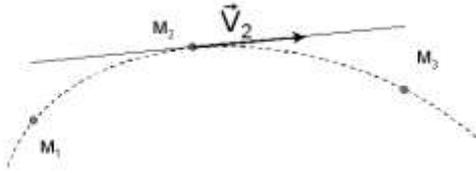
Un système est isolé lorsqu'il est soumis à aucune force.

2 Vecteur vitesse

Si l'intervalle de temps Δt entre deux positions successives est petit, on peut faire l'approximation que la vitesse moyenne entre M_1 et M_3 est égale à la vitesse instantanée en M_2 .

$$v_{(M_2)} = \frac{M_1 M_3}{\Delta t}$$

\vec{v}_2 est tangent à la trajectoire en M_2



3 Vecteur accélération

On veut tracer le vecteur accélération au point M_3

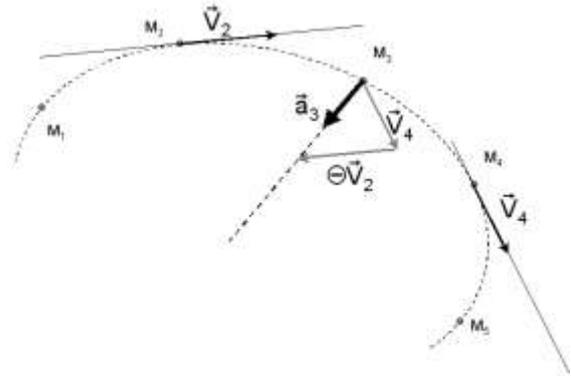
$$\vec{a}_3 = \frac{\vec{v}_4 - \vec{v}_2}{2\Delta t}$$

Méthode: translaté \vec{v}_4 en M_3
translaté $-\vec{v}_2$ en \vec{v}_4

On mesure la longueur $\vec{v}_4 - \vec{v}_2$
que l'on exprime en $m.s^{-1}$
grâce à l'échelle utilisée

On calcule a_3

on trace \vec{a}_3 colinéaire à $\vec{v}_4 - \vec{v}_2$ en précisant l'échelle utilisée.



Si accélération constante alors le mouvement est uniformément accéléré ou ralenti

IV. LES TROIS LOI DE NEWTON

1 Première loi de Newton (principe d'inertie)

Tout corps persévère en son état de repos ou mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

Actualisation: Si un système est pseudo isolé dans un référentiel galiléen alors son centre d'inertie est immobile ou à un mouvement rectiligne uniforme.

Réciproque: Si le centre d'inertie d'un système est immobile ou à un mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel galiléen, alors ce système est pseudo isolé

2 Seconde loi de Newton (théorème du centre d'inertie (loi fondamentale de la dynamique))

Dans un référentiel galiléen la somme des forces extérieures appliquées au système de masse m est proportionnelle en vecteur à l'accélération du centre d'inertie. Ce coefficient est proportionnelle à la masse m

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

3 Troisième loi de Newton (principe des actions réciproques)

Si un système A exerce une force sur un système B noté $\vec{F}_{A/B}$ alors B exerce sur A une force égale mais opposée c'est à dire $\vec{F}_{B/A}$ autrement dit $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$