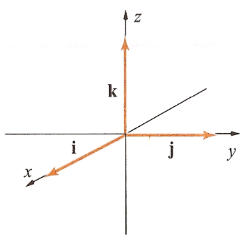
Cinématique du point : Description du mouvement (sans en connaître les causes)

• vecteur position: $\overrightarrow{OP}(t)$ • vecteur vitesse: $\vec{v}(t) \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \overrightarrow{OP}}{\Delta t} = \frac{d\overrightarrow{OP}}{dt}$ • vecteur accélération: $\vec{a}(t) \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OP}}{dt^2}$



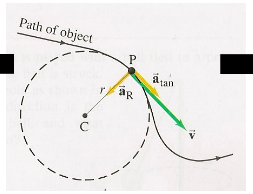
Coordonnées cartésiennes (x,y,z)

- $\overrightarrow{OP}(t) \equiv x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$
- $\vec{v} \equiv \frac{dx(t)}{dt}\vec{i} + \frac{dy(t)}{dt}\vec{j} + \frac{dz(t)}{dt}\vec{k}$

  $= v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$
- $\vec{a} \equiv \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k}$

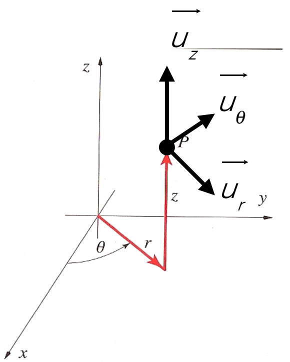
  $= \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$

  $= a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$



Coordonnées cylindriques (r,θ,z)

- $\overrightarrow{OP}(t) \equiv r\overrightarrow{u_r} + z\overrightarrow{u_z}$
- $\vec{v} \equiv \dot{r}\,\overrightarrow{u_r} + r\dot{\theta}\,\overrightarrow{u_\theta} + \dot{z}\,\overrightarrow{u_z}$
- $\vec{a} \equiv \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\overrightarrow{u_r} + \left(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}\right)\overrightarrow{u_\theta} + \ddot{z}\,\overrightarrow{u_z}$



Très pratique !! $\frac{d\overrightarrow{u_r}}{dt} = \dot{\theta}\,\overrightarrow{u_\theta}$ et $\frac{d\overrightarrow{u_\theta}}{dt} = -\dot{\theta}\,\overrightarrow{u_r}$

Dynamique du point : Modification du mouvement, lois de Newton

Force → Point matériel (particule)

Milieu extérieur (environnement) ⇑ Force

Point matériel (particule) ⇓ Accélération

Lois qui gouvernent les forces :
- Loi de l'interaction gravitationnelle
- Loi de Coulomb en électrostatique
- Force de Lorentz en électromagnétisme
- Loi de Hooke (force de rappel élastique d'un ressort)
- Force de frottement solide
- Force de frottement fluide

etc…

Lois qui gouvernent le mouvement, Les trois lois de Newton :
- Principe d'inertie
- Principe fondamental de la dynamique
- Principe de l'interaction réciproque ou loi de l'action-réaction

Principe fondamental de la dynamique (seconde loi de Newton)

Forme vectorielle	Coordonnées Cartésiennes (x,y,z)	Coordonnées Polaires 2D (r,θ)	Coordonnées Cylindriques (r,θ,z)
$\sum\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ $\underbrace{\vec{p} \equiv \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \underset{\text{si } v \ll c}{\approx} m\vec{v}}_{\text{quantité de mouvement}}$	$\begin{cases}\sum F_x = m\ddot{x}\\ \sum F_y = m\ddot{y}\\ \sum F_z = m\ddot{z}\end{cases}$	$\begin{cases}\sum F_r = m\left(\ddot{r} - r\left(\dot{\theta}\right)^2\right)\\ \sum F_\theta = m\left(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}\right)\end{cases}$	$\begin{cases}\sum F_r = m\left(\ddot{r} - r\left(\dot{\theta}\right)^2\right)\\ \sum F_\theta = m\left(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}\right)\\ \sum F_z = m\ddot{z}\end{cases}$