CINÉMATIQUE DU POINT

— TERMINALE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. RÉFÉRENTIEL, REPÈRE ET POSITION 2. VECTEUR VITESSE 3. VECTEUR ACCÉLÉRATION

Un **référentiel** est un solide de référence muni d'une **horloge**. Dans un repère $(O;\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$, la position est donnée par $\overrightarrow{OM}\,(x(t);y(t);z(t))$: ce sont les **équations horaires**. En éliminant t, on obtient l'**équation de la trajectoire**.

$$\vec{v}=\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{OM}}{\mathrm{d}t} \qquad \vec{a}=\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$$

- on dérive **coordonnée par coordonnée** ;
- $\vec{v}$ est **tangent** à la trajectoire, $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$;
- $\vec{a}$ traduit toute variation de $\vec{v}$: de **norme** ou de **direction**.

Des équations horaires aux vecteurs

$x(t)=2{,}0\,t^2 \quad y(t)=4{,}0\,t$

1. $\vec{v}\,(4{,}0\,t\,;\,4{,}0) \quad \vec{a}\,(4{,}0\,;\,0)$: constante ;
2. à $t=1{,}5\,\mathrm{s}$: $v=\sqrt{6{,}0^2+4{,}0^2}=7{,}2\,\mathrm{m/s}$;
3. $t=\frac{y}{4{,}0}$ donne $x=\dfrac{y^2}{8{,}0}$: une **parabole**.

Un mouvement circulaire à vitesse constante est **accéléré** : la direction de $\vec{v}$ change.

4. LE REPÈRE DE FRENET

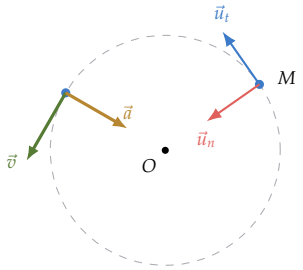
Repère $(M;\vec{u}_t,\vec{u}_n)$ attaché au mobile : $\vec{u}_t$ **tangent**, dans le sens du mouvement ; $\vec{u}_n$ **normal**, vers le centre.

$$\vec{v}=v\,\vec{u}_t \qquad \vec{a}=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_t+\frac{v^2}{R}\,\vec{u}_n$$

Composante tangentielle : variation de la vitesse ; normale : variation de la direction. Mouvement **uniforme** : $\vec{a}=\dfrac{v^2}{R}\vec{u}_n$, **centripète**.

Manège : $R=6{,}0\,\mathrm{m}$, un tour en $T=12\,\mathrm{s}$

$$v=\frac{2\pi R}{T}=3{,}1\,\mathrm{m/s} \qquad a=\frac{v^2}{R}=1{,}6\,\mathrm{m/s^2}$$



Circulaire uniforme : $\vec{v}\perp\vec{a}$, $\vec{a}$ centripète.

5. CARACTÉRISER UN MOUVEMENT

Mouvement	Trajectoire	Vecteur accélération
Rectiligne uniforme	droite	$\vec{a}=\vec{0}$
Rectiligne unif. varié	droite	constant, colinéaire à $\vec{v}$
Circulaire	cercle	deux composantes de Frenet
Circulaire uniforme	cercle	centripète, $a=v^2/R$

Accéléré ou ralenti ?

$\vec{v}$ et $\vec{a}$ **même sens** : accéléré ; **sens opposés** : ralenti ; **perpendiculaires** : norme de v constante.

6. EXPLOITER UNE CHRONOPHOTOGRAPHIE

Positions enregistrées à intervalle constant τ ; on approche les dérivées par des **différences finies**, avec les points **encadrants** :

$$\vec{v}_i\approx\frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau} \qquad \vec{a}_i\approx\frac{\vec{v}_{i+1}-\vec{v}_{i-1}}{2\tau}$$

Aux extrémités (M_0, M_5) : **aucun calcul possible**, pas de point encadrant.

Exemple, $\tau=0{,}100\,\mathrm{s}$

Point	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
x (cm)	0	2,0	6,0	12,0	20,0	30,0

$v_1=\dfrac{6{,}0-0}{0{,}200}=0{,}30\,\mathrm{m/s}$; $v_2=0{,}50$; $v_3=0{,}70$; $v_4=0{,}90$.

$a_2=\dfrac{0{,}70-0{,}30}{0{,}200}=2{,}0\,\mathrm{m/s^2}=a_3$: mouvement **rectiligne uniformément accéléré**.

À RETENIR

- $\vec{v}=\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{OM}}{\mathrm{d}t}$, $\vec{a}=\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$.
- $\vec{v}$ tangent à la trajectoire.
- Circulaire uniforme : $a=\frac{v^2}{R}$, centripète.
- Chronophoto : points encadrants, 2τ.
- Vitesse constante $\neq$ accélération nulle.

pierre-carree.fr