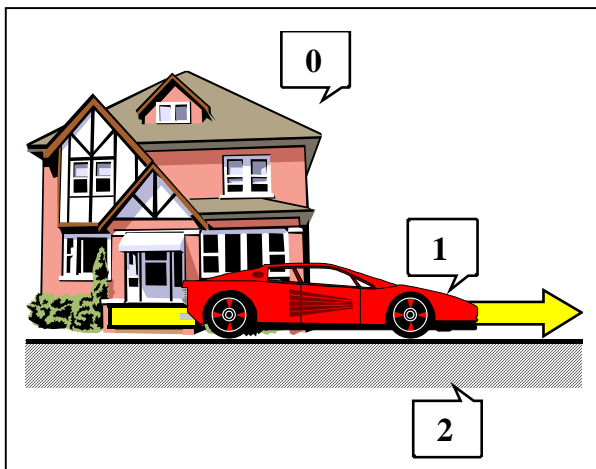


Introduction :

La cinématique est la partie de la mécanique qui étudie le **mouvement** des corps, indépendamment des **efforts** qui les produisent. Les grandeurs étudiées sont **les mouvements, les déplacements, les trajectoires, les vitesses, les accélérations.**

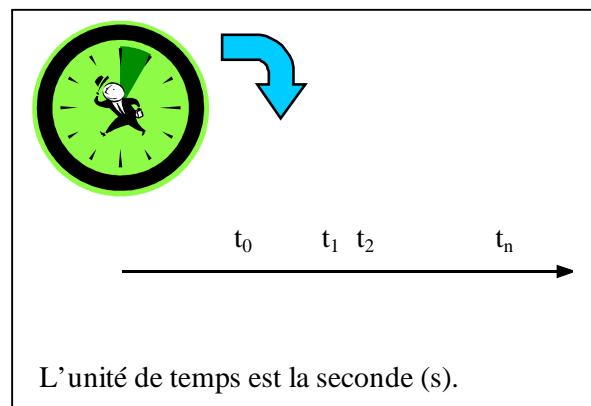
Remarque :

En cinématique, les solides étudiés sont supposés indéformables. Un solide peut être défini comme un ensemble de points dont les distances respectives restent inchangées au cours du temps.

1/ Référentiel.**1. Repère et solide de référence :**

Le mouvement d'un solide ne peut être défini que par rapport à un autre solide choisi comme référence et est appelé **solide de référence.**

On associera souvent un **repère de référence** $(O; \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ au solide de référence, permettant de repérer avec précision la position et le mouvement du solide.

2. Repère de temps.

En mécanique le temps est considéré comme absolue et uniforme. Chaque fragment de temps est identique au suivant. On le schématise par une droite orientée de gauche à droite, du passé vers le futur. Si une origine est nécessaire elle sera nommée : t_0 pour $t = 0$

3. Système de référence.

Le système de référence est tout simplement l'addition **d'un solide de référence et d'un repère de temps.**

2/ Mouvements absolus et relatifs.**1. Mouvement absolu.**

Un mouvement est dit absolu s'il est défini par rapport à un repère ou un référentiel absolu. Un repère absolu est un repère qui est au repos absolu dans l'univers. La terre est en mécanique industrielle un bon repère absolu.

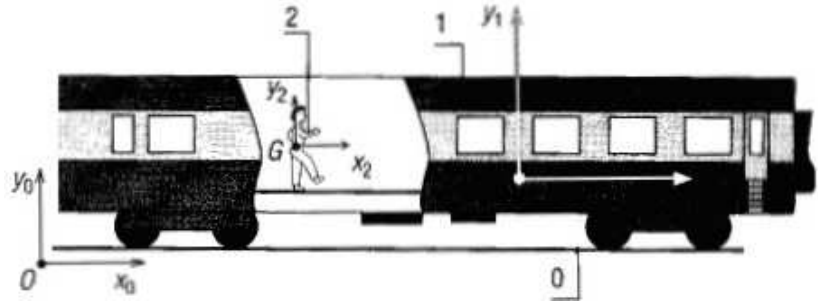
2. Mouvement relatif.

Un mouvement est dit relatif s'il est défini par rapport à un repère ou un référentiel relatif. Un repère relatif est un repère qui bouge dans l'univers.

Exemple :

Prenons le cas d'un train qui se déplace à une vitesse constante de 4 Km/h par rapport au sol. Ici le sol donc la terre est un repère absolu. Maintenant, un voyageur se déplace à une vitesse constante de 4 Km/h par rapport au train et dans le même sens que celui du train. Ici le train est un repère relatif.

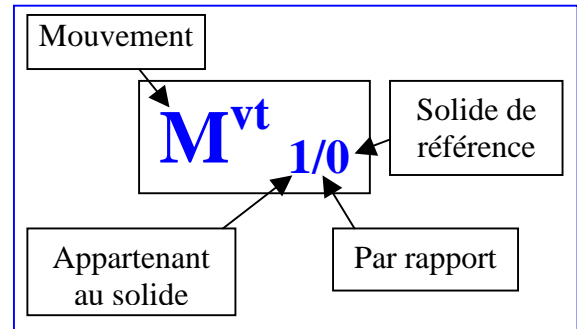
- Le train a une vitesse **absolue** par rapport à la terre et dans un sens « positif ».
- Le voyageur a une vitesse **relative** par rapport au train.
- Le voyageur a donc une vitesse **absolue** par rapport à la terre de 8 Km/h.



3. Ecriture du Mouvement.

Notation :

Mouvement du solide 1 par rapport au solide de référence 0.



3/ Principaux mouvements plans de solides.

Un solide exécute un mouvement plan lorsque tous les points qui le constitue se déplacent dans des plans parallèles entre eux. Par commodité, le plan retenu pour définir le mouvement sera celui qui contient le centre de gravité G et le solide sera assimilé à une fine feuille. Cette schématisation permet de rassembler dans une même catégorie la plupart des mouvements de solides rencontrés en technologie.

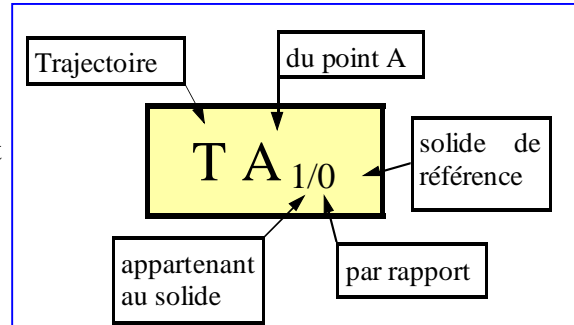
| Mouvement | Propriétés | Exemple : |
|--------------------------------------|--|-----------|
| <p>Translation rectiligne</p> | | |
| <p>Translation curviligne</p> | | |
| <p>Rotation</p> | <p>Le solide tourne ou est animé d'un mouvement angulaire autour d'un axe fixe perpendiculaire au plan du mouvement.</p> <p>Les points du solide décrivent des cercles ou des portions de cercle centrés sur l'axe de rotation. Toutes les lignes du solide tournent du même angle θ à chaque instant considéré.</p> | |

4/ Notion de trajectoire.**1. Trajectoire d'un point.**

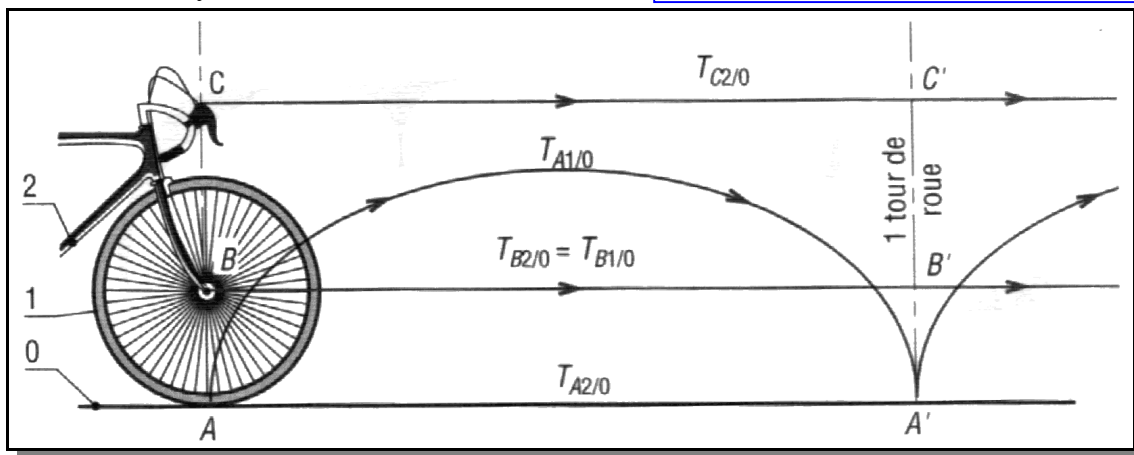
La trajectoire d'un point est la trace de ses positions successives laissées dans l'espace par son déplacement au cours du temps.

Notation :

Trajectoire du point A appartenant au solide 1 par rapport au solide de référence 0.



Exemple : roue avant de bicyclette.



A est le point de contact entre la roue (**1**) et le sol (**0**). **B** est le centre du moyeu entre le cadre et la roue. **C** est un point appartenant à une poignée de frein. Le vélo se déplace en translation rectiligne.

Pour un tour de roue :

- $T_{C2/0}$ = segment de droite CC'
- $T_{B2/0}$ = segment de droite BB'
- $T_{A2/0}$ = segment de droite AA'
- $T_{A1/2}$ = cercle de centre B et de rayon AB .
- $T_{A1/0}$ = courbe particulière appelée **cycloïde**.

Vocabulaire :

- Pour un mouvement de **translation rectiligne**, la trajectoire est une **droite**.
- Pour un mouvement de **translation circulaire**, la trajectoire est une **courbe quelconque**.
- Pour un mouvement de **rotation**, la trajectoire est **circulaire**.

2. Support d'un vecteur vitesse d'un point appartenant à un solide par rapport à un solide de référence.

Le support d'un vecteur vitesse d'un point d'un solide par rapport à un solide de référence **est toujours tangent à la trajectoire du point**.

$\Delta(\vec{V}_{A1/0})$: **tangent** à $T_{A1/0}$ en A .

5/ Translation des solides.

Lorsqu'un solide est en translation, chaque ligne de celui-ci se déplace parallèlement à sa position initiale au cours du temps.

1. Propriétés.

- Tous les points du solide en translation ont des trajectoires identiques.
- Tous les points du solide ont même vitesse.
- Tous les points du solide ont même accélération.
- Le mouvement de translation d'un solide est complètement défini par le mouvement de n'importe quel point.

2. Différents cas.**a) Translation rectiligne :**

Les trajectoires des points sont des segments de droites parallèles.

b) Translation circulaire :

Les trajectoires des points sont des courbes géométriques quelconques identiques du plan.

3. Mouvements de translations rectilignes.

On appellera :

x_0 = la distance à l'instant t_0 .

t_0 = le temps à l'instant 0.

x_1 = la distance à l'instant t_1 .

t_1 = le temps à l'instant t_1 .

Δx = la différence de distance entre deux points.

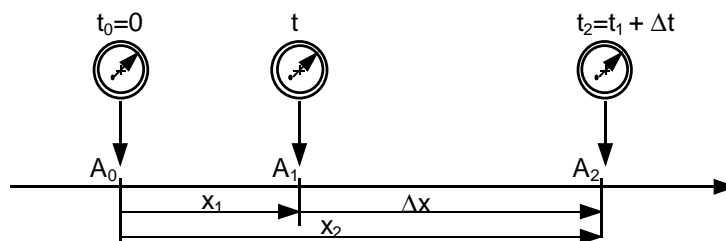
Δt = la différence de temps entre deux instants.

L'unité de distance est le mètre (m).
L'unité de temps est la seconde (s).

4. Vitesse moyenne.

La vitesse moyenne de A entre les instants t et t' est égale à la distance parcourue divisée par le temps mis pour parcourir cette distance. La vitesse moyenne se mesure en mètre par seconde (m/s).

$$v_{\text{moy}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



Exemple : sur un tronçon d'autoroute parfaitement rectiligne, un véhicule parcourt 5 km en 3 minutes et 20 secondes. Déterminez la vitesse moyenne du véhicule :

Réponse :

$$\Delta x = 5\text{km} = 5000 \text{ m et } \Delta t = 200 \text{ secondes}$$

$$v_{\text{moy}} = \Delta x / \Delta t = 5000 \text{ m} / 200 \text{ s} = 25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/h}$$

5. Accélération.

Les accélérations traduisent les variations de la vitesse (ralentissement, accélération). L'accélération moyenne a_{moy} entre les instants t et t' est égale à la variation de la vitesse Δv divisée par Δt .

6/ Mouvement de rotation.**1. Propriétés.**

- Tous les points du solide en rotation ont des trajectoires **circulaires de même centre.**
- Tous les points du solide ont la même **vitesse angulaire.**
- Tous les points du solide ont la même **accélération angulaire.**

2. Rotation de solides.

La rotation d'un solide est définie par son mouvement angulaire. Pour un solide en rotation plane (rotation d'axe O), il suffit de mesurer l'angle de rotation θ d'une droite quelconque (OA, OB, etc.) appartenant au solide pour repérer la rotation de celui-ci.

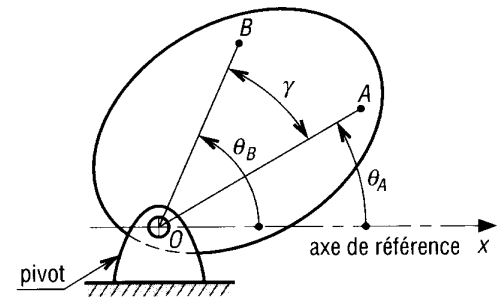
Remarques :

$$1 \text{ tour} = 2\pi \text{ radian} = 360^\circ$$

Si N est la vitesse de rotation en tours par minute, alors :

$$\omega = \frac{\pi \cdot N}{30}$$

(en rad/s)

**3. Vitesse angulaire ou vitesse de rotation ω .**

Vitesse angulaire moyenne :

$$\omega_{\text{moy}} = \frac{\theta' - \theta}{t' - t} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Exemple : Un changeur d'outils effectue une rotation de 30° en 1,5 seconde pour emmener un foret à la broche de la machine.

Réponse :

$$\text{Angle en rad/s} = (30 \times 2\pi) / 360 = 0,523$$

$$\omega_{\text{moy}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{0,523}{1,5} = 0,349 \text{ rad/s}$$

4. Accélération

L'accélération est la variation de la vitesse, augmentation ou diminution. De la même manière que pour la vitesse, on aura une accélération moyenne qui s'obtiendra par la différence de vitesse par rapport au temps et une accélération instantanée qui se calculera à un instant t, c'est à dire lorsque la variation de temps sera très proche de zéro.

5. Vitesse linéaire d'un point dans son mouvement de rotation.

La trajectoire de A appartenant à 1 par rapport à 0, $T_{A1/0}$, est le cercle de centre O et de rayon $OA = R$.

Point d'application de $\vec{V}_{A1/0}$: **le point A**

$\Delta(\vec{V}_{A1/0})$: **tangent à la trajectoire qui est un cercle soit perpendiculaire au rayon.**

Sens de $\vec{V}_{A1/0}$: **il dépend du sens de rotation**

Norme de $\vec{V}_{A1/0}$:

$$V_A = \omega \cdot OA = \omega R$$