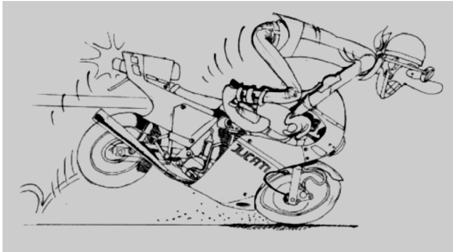
Leçon N°4 :
Principe d'inertie

Situation problème



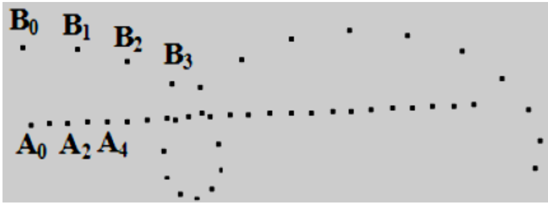
On considère un homme monté sur sa moto, et roulant sur une route rectiligne et horizontale à vitesse constante, son centre d'inertie garde un *mouvement rectiligne uniforme*. A un certain moment, l'homme freine ce qui l'amène à avancer.

- **Qu'est-ce que c'est qu'un centre d'inertie ? Comment trouver sa position ?**
- **Par quel principe peut-on expliquer cette observation ?**

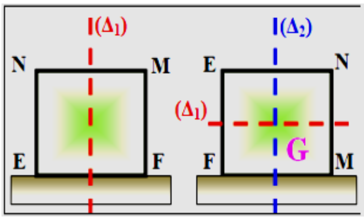
I. Centre d'inertie d'un corps solide

1. Activité 1

Nous envoyons un **autoporteur en rotation** sur une table à coussin d'air horizontale équipé de deux éclateurs dont l'une est l'éclateur central qui est fixée au point **A** et l'autre est fixée au point B, et on obtient l'enregistrement suivant :



1. Comparer les **trajectoires** des deux points **A** et **B**
2. Quelle est la nature du mouvement du point A ? Déduire la nature du mouvement des points de l'axe de la symétrie verticale d'autoporteur passant par A
3. Si nous imaginons un autoporteur pouvant se déplacer sur différentes faces sur la table horizontale. Lorsque l'autoporteur se déplace sur **la face** EF, le mouvement des points de l'axe de symétrie verticale (Δ_1) est rectiligne uniforme et lorsque l'autoporteur se déplace sur **la face** FM, le mouvement des points de l'axe de symétrie verticale (Δ_2) est aussi rectiligne uniforme. Que remarquez-vous ?

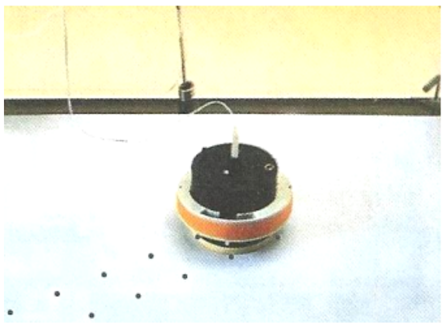


2. Conclusion

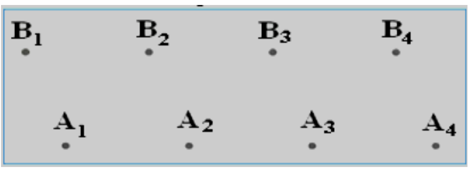
Chaque corps solide a un point spécial et unique appelé centre d'inertie du corps solide et noté **G**. Il représente le point d'intersection de ses axes de symétrie

II. Principe d'inertie

1. Activité 2



Nous envoyons l'autoporteur sur une table horizontale afin qu'il effectue un mouvement de **translation rectiligne**. On obtient alors l'enregistrement suivant :



1. Comparer entre les mouvements des deux points A et B. Quelle est la nature du mouvement de ***G*** centre d'inertie de l'autoporteur ?
2. Faire l'inventaire des forces appliquées sur l'autoporteur pendant le mouvement. Déterminer la somme vectorielle de ces forces
3. Si on imagine que la table horizontale est infinie, le centre d'inertie de l'autoporteur G conservera-t-il le mouvement rectiligne uniforme ?

2. Système isolé et pseudo-isolé

- Un système est mécaniquement ***isolé*** s'il n'est soumis à ***aucune force***. Ce genre de système n'existe pas en pratique (il y a toujours le poids du système et des frottements).
- Un système est ***pseudo-isolé*** si la somme vectorielle des forces extérieures auxquelles il est soumis est nulle : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

3. Enoncé du principe d'inertie

Dans un référentiel galiléen, quand un solide est isolé ou pseudo-isolé ($\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$), alors le vecteur vitesse de son centre d'inertie G est constant : $\vec{v}_G = \vec{cte}$

C'est-à-dire :

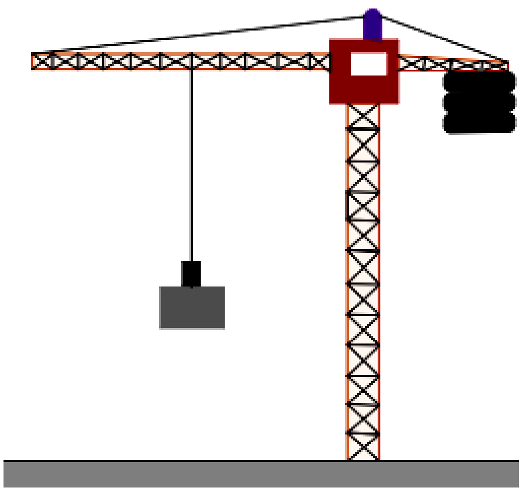
- Si $v_G = 0$: le centre d'inertie G est au repos
- Si $v_G \neq 0$: le centre d'inertie G est en mouvement rectiligne uniforme

Remarque :

- On appelle **repère Galiléen** tout repère dans lequel **le principe d'inertie** est vérifié, on peut considérer que tous les **repères liés au sol** sont des repères galiléens
- Tout repère en **mouvement rectiligne uniforme** par rapport à un repère galiléen est un repère galiléen

Exercice d'application 1

Soit une grue soulevant un bloc de béton de masse ***m = 1500kg***. Cette grue soulève *verticalement* le morceau de béton, à l'aide d'un câble d'acier, rigide et tendu à *vitesse constante*.



1. Faire l'inventaire des forces appliquées sur le bloc de béton.
2. Calculer le poids P subit par le bloc de béton.
3. Le bloc de béton vérifie-t-il le principe d'inertie ? Justifier
4. Choisir un repère pour étudier le mouvement. Que s'appelle ce repère. Justifier

5. Déduire l'intensité de l'autre force appliquée sur le bloc de béton.

III. Relation barycentrique

1. Définition de centre de masse d'un système matériel

On appelle centre de masse d'un système se constituant de points matériels A_i de masse m_i, le barycentre C de ces points. Il est défini par la relation suivante :

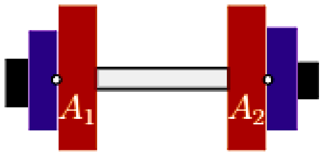
$$m_1\overrightarrow{CA_1} + m_2\overrightarrow{CA_2} + \cdots + m_n\overrightarrow{CA_n} = \overrightarrow{0} \Rightarrow \sum_{i=1}^{n} m_i\overrightarrow{CA_i} = \overrightarrow{0}$$

N.B : Le centre d'inertie G d'un système matériel est confondu avec le centre de masse ce système

Exercice d'application 2

Le schéma ci-contre représente des poids utiliser dans les exercices d'haltérophilie, ils sont composés de deux corps **(S_1)** et **(S_2)** de centre respectivement **A_1** et **A_2** et de mêmes masses **$m_1 = m_2 = m$.**

Déterminer le **centre de masse C** de ce système.



2. Relation barycentrique

Le **centre d'inertie *G*** d'un système composé des **corps solides homogènes (*Si*)** de **centre d'inertie *Gi*** et de **masse *mi*** est donné par la relation :

$$\left(\sum_{1}^{n} m_i\right)\vec{OG} = \sum_{1}^{n} m_i . \vec{OG_i}$$

n : nombre de corps de système
m_i : masse de chaque corps
G_i : centre d'inertie de chaque corps
O : point quelconque fixe dans l'espace

Exercice d'application 3

On considère un marteau qui constitue d'un manche de masse ***m_1 = 100 g*** et de centre d'inertie ***G_1***, et d'une tête métallique de masse ***m_2 = 400 g*** et de centre d'inertie ***G_2***.
Déterminer le **centre d'inertie G** du marteau.