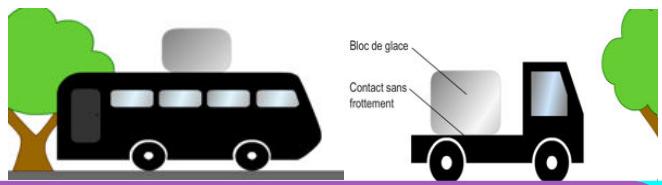


Chapitre 4 : Principe d'inertie

مبدأ القصور

Situation de départ

Les deux situations de la simulation  sont expliquées par le principe d'inertie ; Qu'est ce qu'on veut dire avec le principe d'inertie



I- Mise en évidence de principe d'inertie

1–Systèmes isolé et pseudo isolé :

1-1 le système isolé

Un système est mécaniquement isolé s'il n'est soumis à aucune force.

Exemple :

une sonde spatiale loin de tout planète ou étoile est considérée comme un système isolé

1-2 le système pseudo isolé

Un système est pseudo-isolé si les effets des forces extérieures auxquelles il est soumis se compensent ou s'équilibrivent càd leur somme vectorielle est nulle ($\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$)

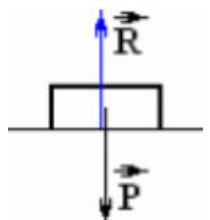
Exemple :

l'autoporteur sur la table à coussin d'air horizontale (lorsqu'on la soufflerie est démarrée) est un système **pseudo isolé** car il est soumis à deux à l'action de son poids \vec{P}

Et à la réaction de la table \vec{R} (sans frottement) ces deux forces se compensent

(l'effet de l'une annule l'effet de l'autre)

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$



2–Le référentiel galiléen :

Nous appelons référentiel Galiléen ou inertiel tous repère dans lequel le principe d'inertie s'applique en toute rigueur.

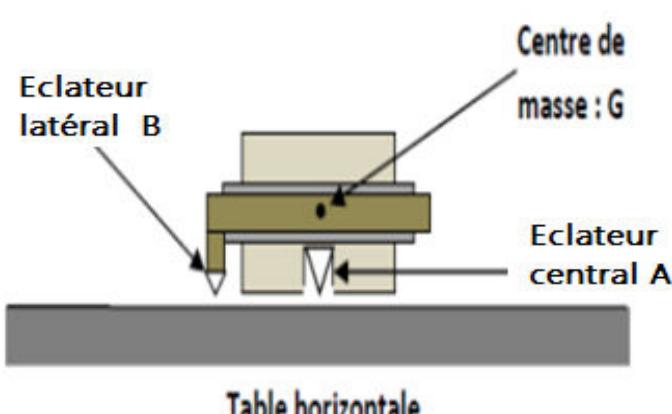
le référentiel terrestre est un repère Galiléen pour une durée plus petit que sa durée de rotation autour de lui-même (24h), et aussi tous corps immobile ou en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre est considéré comme repère Galiléen.

3 – Activité expérimentale

Objectif : connaitre le centre d'inertie et Vérifier le principe d'inertie

on démarre la soufflerie d'un autoporteur équipé de deux éclateurs dont l'une Éclateur un éclateur central A et un éclateur latéral B puis on le lance sur une table à coussin d'air horizontale

(Avec $\tau = 40ms$)

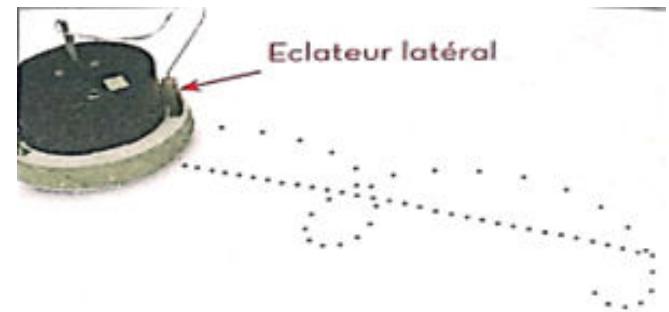
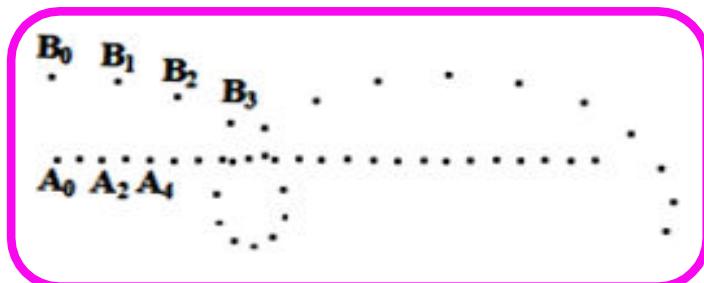


1 faire le bilan des forces extérieures exercés sur l'autoporteur, Peut on dire que l'autoporteur est pseudo isolé mécaniquement ?

Bilan des forces : système étudié {autoporteur} : \vec{P} le poids et \vec{R} réaction de table à coussin

Oui ; puisque le contact se fait sans frottement ses forces se compensent: $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

2 1^{er} cas : autoporteur lancé en rotation : on obtient l'enregistrement suivant :



2 1 Comparer les trajectoires des deux points A et B par rapport à la table

Par rapport à la table ; le point A a une trajectoire rectiligne et B une trajectoire curviligne

2 2 Quelle est la nature du mouvement du point A par rapport à la table ? Déduire la nature du mouvement des points de l'axe de la symétrie verticale d'autoporteur passant par A

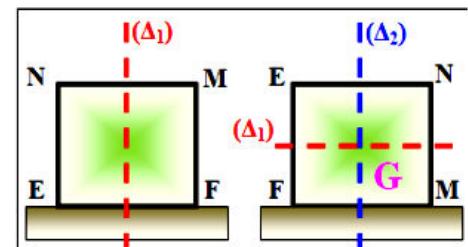
Par rapport à la table ; A est en mouvement rectiligne

Ainsi tous les points situés à l'axe passant par A

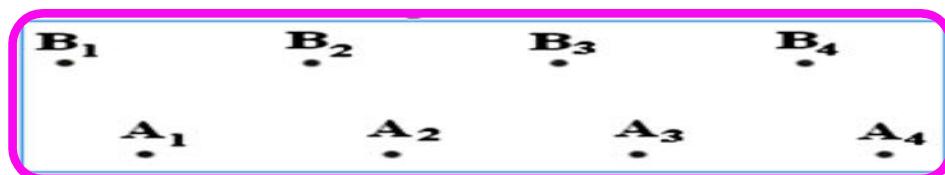
2 3 Si nous imaginons un autoporteur pouvant se déplacer sur différentes faces sur la table horizontale. Lorsque l'autoporteur se déplace sur la face EF, le mouvement des points de l'axe de symétrie verticale ($\Delta 1$) est rectiligne uniforme et lorsque l'autoporteur se déplace sur la face FM, le mouvement des points de l'axe de symétrie verticale ($\Delta 2$) est aussi rectiligne uniforme. Quel est le point qui va garder son mouvement rectiligne uniforme dans les deux configurations

On remarque que le point d'intersection des axes ($\Delta 1$) et ($\Delta 2$) est le seul point dont le mouvement est toujours rectiligne uniforme quelle que soit la face sur laquelle se déplace l'autoporteur

Ce point est appelé centre d'inertie noté G



4 2^{em} cas : on lance cette fois ci l'autoporteur dans les même conditions mais en translation rectiligne. : on obtient l'enregistrement suivant :



4 1 Comparer les mouvements des deux points A et B. Quelle est la nature du mouvement de G centre d'inertie de l'autoporteur ? justifier

Mouvements des points A et B rectiligne uniforme, et le mouvement de G centre d'inertie est aussi rectiligne uniforme, car G appartient à l'axe de symétrie vertical de l'autoporteur passant par A

$$\vec{V}_G = \text{const}$$

4 2 Si on imagine que la table horizontale est infinie, le centre d'inertie de l'autoporteur G conservera-t-il le mouvement rectiligne uniforme ?

Il va continuer son mouvement rectiligne uniforme

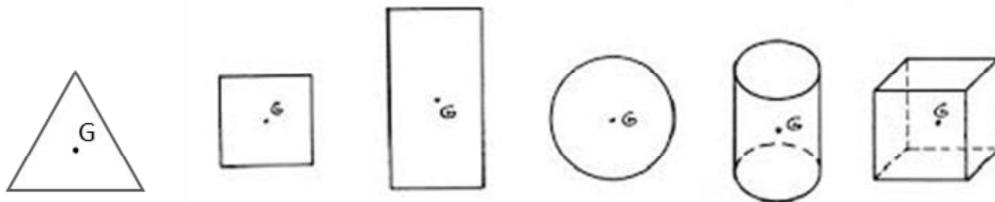
3 – Conclusion

3-1 Centre d'inertie d'un solide

Chaque solide a un point spécial et unique appelé centre d'inertie noté G qui se distingue aux autres points par un mouvement particulier .

Remarques :

- Le centre d'inertie d'un corps solide est confondu avec son centre de masse (le point autour duquel la masse est répartie d'une façon uniforme)
- Pour un solide homogène le centre d'inertie est confondu avec son centre géométrique



3-2 Énoncé du principe d'inertie ou 1^{ere} loi de Newton

Dans un repère galiléen le centre d'inertie d'un solide préserve dans son état de repos ($\vec{V}_G = \vec{0}$) ou son État de mouvement rectiligne uniforme ($\vec{V}_G = \text{constant} \neq \vec{0}$) si ce solide est isolé ou pseudo isolé .

Remarques :

- Cette principe est réciproque càd dans un repère Galiléen si le centre d'inertie d'un solide est immobile ou en mouvement Rectiligne uniforme ce solide est alors isolé ou pseudo isolé
- Le mouvement de centre d'inertie d'un solide par rapport au repère Galiléen s'appelle le mouvement global et celui des autres points s'appelle mouvement spécial .
- L'inertie c'est résistance face aux changement d'état mécanique(mouvement ou repos)d'un solide et d'autant plus grand Que la masse de solide est plus grande

Application 1 :

Soit une grue soulevant un bloc de béton de masse $m = 1500\text{kg}$.

Cette grue soulève le bloc de béton, à l'aide d'un câble d'acier, rigide et tendu, à vitesse constante verticalement.

- Dans quel référentiel vous vous placez pour étudier le mouvement du bloc de béton ?

Le sol ou la grue

- Quelle la nature du mouvement du bloc de béton ? Justifier
Rectiligne uniforme car le bloc se déplace suivant une droite verticale à une vitesse constante

- Faire l'inventaire des forces extérieures exercées sur le bloc de béton
Le Système étudié {le bloc de fer}

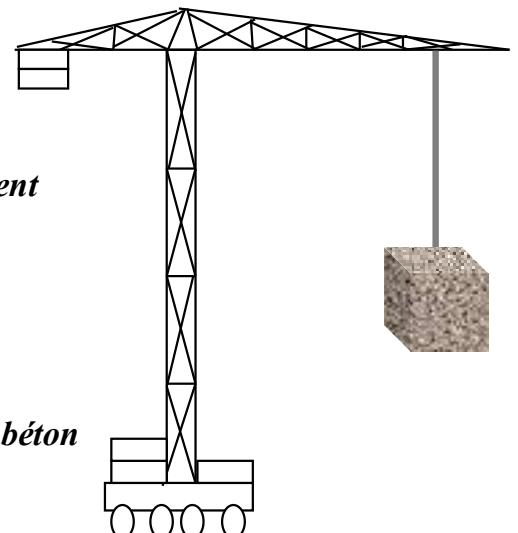
Le poids de bloc de fer \vec{P} et La tension du câble d'acier \vec{T}

- Que vaut la somme vectorielle de ces forces ? Justifier
Puisque le bloc de béton (et bien évidemment son d'inertie) est en mouvement rectiligne uniforme alors d'après le principe d'inertie le système est pseudo isolé càd: $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

- Calculer les intensités de ces forces

$T=P=mg=15\text{KN}$

- Représenter ces forces sur la figure avec l'échelle (1cm $\rightarrow 7500\text{N}$)



II- La relation barycentrique

Pour déterminer le centre d'inertie (ou de masse) G d'un système composé de plusieurs points matériels ou de n sous systèmes des centres d'inerties ($G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$) et des masses respectivement ($m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$) ; on utilise une relation mathématique dite relation barycentre dont l'expression est la suivante :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \overrightarrow{OG_i}}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Le point O est un point choisi arbitrairement

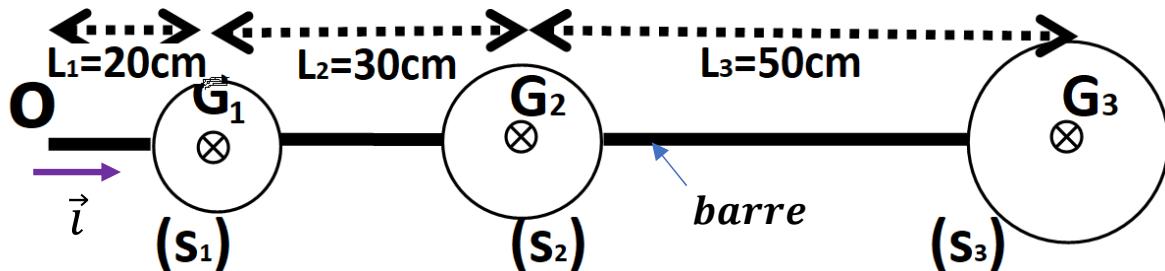
□ Application 2 :

On considère le système S (figure ci-contre) composé de trois Sphères homogènes :

S₁ de masse m₁=10g et de centre d'inertie G₁

S₂ de masse m₂=20g et de centre d'inertie G₂

S_3 de masse $m_3 = 30\text{Kg}$ et de centre d'inertie G_3 , les trois sphères sont reliées par une barre homogène de de masse négligeable (voir figure ci-dessous)



1 Calculer le vecteur \overrightarrow{OG} et la distance OG Avec: G le centre d'inertie du système S)

2 Calculer le vecteur \vec{G}, \vec{G} et la distance OG (Avec: G le centre d'inertie du système S)

3 Calculer le vecteur \overrightarrow{OG} dont le cas où la masse de la barre n'est pas négligeable elle vaut $m = 5\text{g}$

QCM

Cocher la ou les bonne(s) réponse(s)



- 1 *Si un corps est soumis à l'action de 2 forces qui se compensent alors:*
- Il est isolé Il est pseudo isolé l'effet de l'une annule celui de l'autre
- 2 *D'après le principe d'inertie un solide dont le centre d'inertie est en mouvement de rotation Dans un repère Galiléen Alors ce corps est nécessairement mécaniquement :*
- Isolé Pseudo isolé Non isolé En équilibre
- 3 *D'après le principe d'inertie pour une courte durée un solide en mouvement et isolé mécaniquement alors son mouvement dans repère terrestre est nécessairement*
- Rectiligne Circulaire Rectiligne uniforme Rotationnel
- 4 *Le mouvement de centre d'inertie 'un solide est dit mouvement*
- Globale Spécial Inertiel Rectiligne

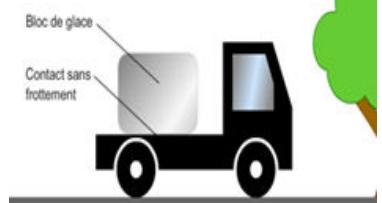
Exercice 1

Utiliser le principe d'inertie



Un camion est initialement immobile par rapport au sol horizontal. Un bloc de glace de masse $m=150\text{kg}$ est posé, immobile, sur sa benne à une distance $d=4,0\text{m}$ de l'arrière du camion.

- 1 Enoncer la première loi de Newton ou principe de l'inertie
 2 Peut-on considérer le sol comme un référentiel Galiléen ? justifier
 3 Le bloc de glace est-il pseudo isolé ? justifier
 4 Représenter en précisant l'échelle utilisée, les forces extérieures s'exerçant sur le bloc de glace (on considère $g=10\text{N/Kg}$)
 5 Le camion démarre brutalement... on supposera qu'il atteint instantanément une vitesse $V=2,0\text{m.s}^{-1}$ qui restera ensuite constante et on négligera les forces de frottement s'exerçant entre la benne et le bloc de glace. Peut-on toujours considérer le bloc de glace comme pseudo isolé après le démarrage ? qu'arrive-t-il au bloc de glace ?
 6 Pendant combien de temps le bloc de glace restera-t-il sur le camion après qu'il ait démarré

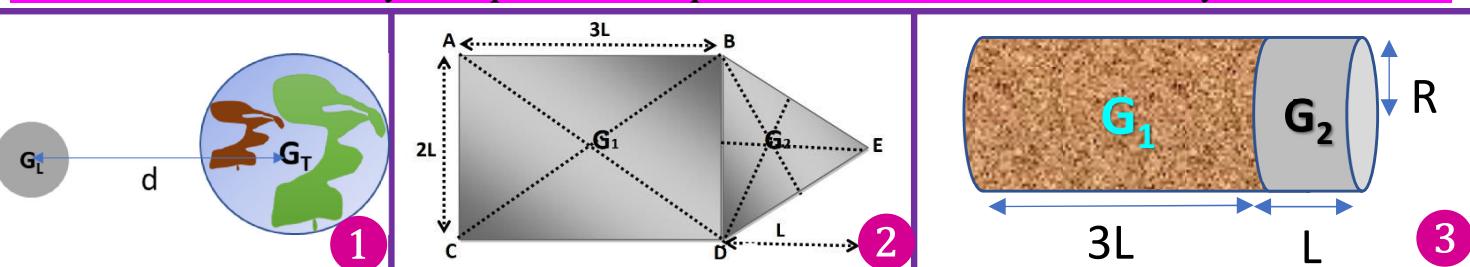


Exercice 2

Centre d'inertie



En utilisant la relation barycentrique trouver la position des centres d'inertie G des systèmes suivants:



Le système comporte {la lune + la terre} leurs masses sont reliés par la relation: $M_T=83M_L$

Le système est une plaque métallique homogène d'épaisseur (e) à une partie rectangulaire ABCD et une partie BDE Triangulaire

Le système est composé de deux cylindres juxtaposés et collés : l'un est formé de bois ($\rho_1=700\text{Kg.m}^{-3}$) et l'autre de l'Aluminium ($\rho_2=2700\text{Kg.m}^{-3}$)