

Principe d'inertie (5h)

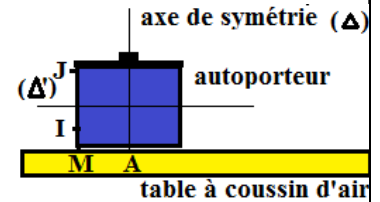
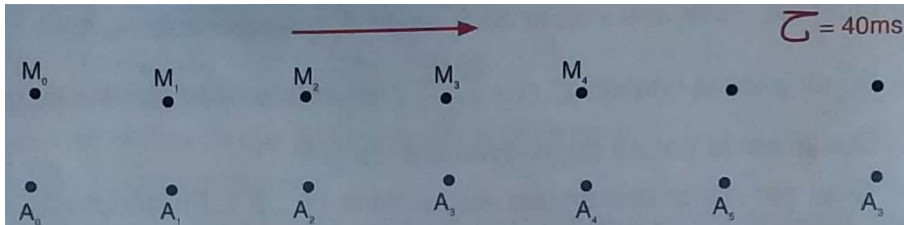
I- Centre d'inertie :

1- Mise en évidence :

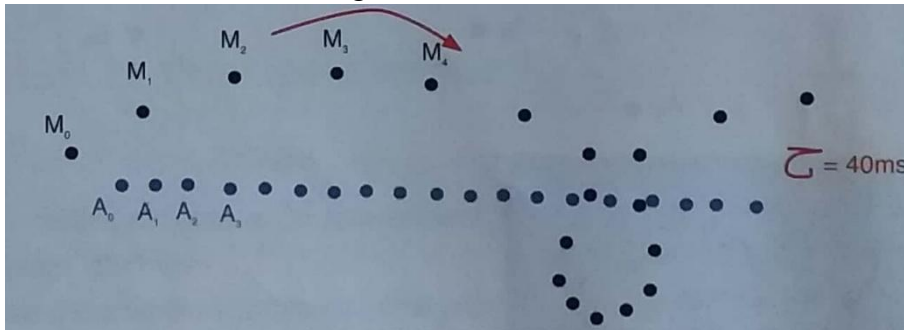
a- Activités :

Activité 1 :

- On utilise un autoporteur équipé de deux éclateurs, le premier A fixé sur son axe de symétrie et le deuxième M fixé en un point de sa partie inférieure,
- On lance l'autoporteur sur la table à coussin d'air, horizontale, en mouvement de translation sans rotation et on obtient l'enregistrement suivant :



Activité 2 : On lance l'autoporteur sur la table à coussin d'air horizontale en mouvement de translation et rotation et on obtient l'enregistrement suivant :



b- Remarques :

- Le mouvement de A est rectiligne et uniforme dans les deux cas ainsi que tous les points de l'axe de symétrie (Δ),
- Si est possible de faire déplacer l'autoporteur sur la face IJ le mouvement de l'axe (Δ) sera aussi rectiligne et uniforme,
- (Δ) et (Δ') se coupent en un point, noté G, qui s'appelle centre d'inertie de l'autoporteur,

c- Conclusion :

Chaque solide a un point unique appelé son centre d'inertie, noté G,

II- Principe d'inertie :

1- Système isolé et système pseudo-isolé :

- ✓ Un système est mécaniquement **isolé** s'il n'est soumis à **aucune force**,
- ✓ Un système est **pseudo-isolé** si les forces auxquelles il est soumis se compensent ($\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$),
- ✓ Le mouvement du centre d'inertie du solide est : **appelé mouvement d'ensemble**,
- ✓ Le mouvement des autres points est : **appelé mouvement propre**.

2- Principe d'inertie :

a- Énoncé du principe :

Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie G d'un système isolé ou pseudo-isolé ($\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$) est :

- soit immobile ($\vec{V}_G = \vec{0}$),
- soit en mouvement rectiligne uniforme ($\vec{V}_G = \vec{cte} \neq \vec{0}$),

b- Les référentiels galiléens :

- Le principe d'inertie n'est vérifié que dans des référentiels galiléens
- Le référentiel terrestre peut être considéré comme galiléen

III- Centre d'un système matériel :

1- Définition :

Le centre de masse d'un système matériel est le barycentre de tous les points matériels formant ce système,

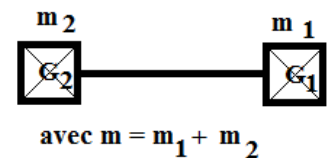
2- Relation barycentrique :

a- Activité :

On considère un système matériel (S) (voire le schéma)

Le système (S) a un centre de masse G se trouvant sur le segment $[G_1 G_2]$ tel

que : $m_1 \vec{GG}_1 + m_2 \vec{GG}_2 = \vec{0}$: pour déterminer G, on considère un point quelconque O, de l'espace choisi comme origine, puis on utilise la relation de Chasles.



b- Remarque : on a $m_1 \vec{GG}_1 + m_2 \vec{GG}_2 = \vec{0}$

Donc $m_1(\vec{GO} + \vec{OG}_1) + m_2(\vec{GO} + \vec{OG}_2) = \vec{0}$ et à partir de cette relation on obtient : $\vec{OG} = \frac{m_1 \vec{OG}_1 + m_2 \vec{OG}_2}{m_1 + m_2}$

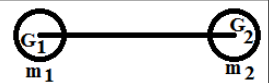
c- Généralisation :

Pour un ensemble de solides, on écrit : $\vec{OG} = \frac{\sum m_i \vec{OG}_i}{\sum m_i}$

Application 1 :

On considère un système de deux boules liées par une liaison rigide de masse négligeable (voire la figure)

Sachant que $G_1 G_2 = 1,6m$ et $m_2 = 3m_1$, déterminer le centre de masse G du système,

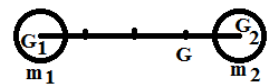


Solution :

Appliquons la relation barycentrique qui s'écrit pour notre cas $\vec{OG} = \frac{m_1 \vec{OG}_1 + m_2 \vec{OG}_2}{m_1 + m_2}$

On prend $O \equiv G_1$ et on remplace m_2 par $3m_1$ et on aura $\vec{G_1 G} = \frac{m_1 \vec{G_1 G_1} + 3m_1 \vec{G_1 G_2}}{m_1 + 3m_1}$

Alors $\vec{G_1 G} = \frac{m_1 \vec{0} + 3m_1 \vec{G_1 G_2}}{4m_1} = \frac{3\vec{G_1 G_2}}{4}$ Finalement $G_1 G = \frac{3 \times 1,6}{4} = 1,2m = 120cm$



Application 2 :

Un solide (S) de masse $m = 500g$ est animé d'un mouvement de translation rectiligne sur un plan incliné d'un angle $= 15^\circ$ par rapport à l'horizontale.

Données : l'intensité du champ de pesanteur $g = 9,81N/Kg$:

1- Le centre d'inertie du solide étant animé d'un mouvement rectiligne et uniforme :

- Faire le bilan des forces, puis donner la relation existante entre ces forces,
- Déterminer les valeurs de toutes ces forces en utilisant les projections,
- Le contact se fait avec frottement ou sans frottement ? justifier.

2- On néglige toutes les forces de frottement :

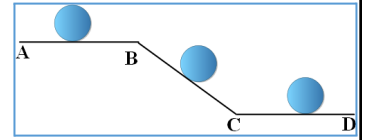
- Représenter les forces s'exerçant sur le solide, quelle va être la nature de son mouvement ?

Application 3 :

Un corps (S) se déplace sur un rail composé de 3 parties. On lance ce corps du point A avec une vitesse $v_A = 1\text{ m.s}^{-1}$, et arrive au point D avec une vitesse $v_D = 2\text{ m.s}^{-1}$.

On considère que le contact se fait sans frottement :

- 1- Faire le bilan des forces appliquées sur le corps (S),
- 2- Représenter ces forces sur la figure pour chaque partie.
- 3- Déterminer la partie où le principe d'inertie n'est pas vérifié,
- 4- Quelle est la valeur de la vitesse du corps (S) au point B, et au point C ? justifier votre réponse,
- 5- Dans la réalité, la vitesse est constante dans toutes les trois parties :
 - a- Représenter les forces appliquées sur le solide pour chaque partie,
 - b- Préciser la nature du contact entre le solide et le rail pour chaque partie.



<http://spbiof.blogspot.com/>