

Deuxième Partie :

Mouvement

Unité 4

4 H

مبدأ القصور

Principe d'inertie



Tronc Commun

Physique - Mécanique

I – Effet d'une force sur le mouvement d'un corps :

1 – Activité :

| | | | |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Figure 1: Mvt de la Lune autour de la Terre</p> | <p>Figure 2: Chute verticale de la balle de golf</p> | <p>Figure 3: La chute parabolique d'une balle de football</p> | <p>Figure 4: Mouvement du détonateur central A d'un autoporteur sur une table horizontale</p> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

a- Donner l'expression de $\sum \vec{F}$ la somme des vecteurs de force appliqués au corps en mouvement dans chaque figure.

Pour la **figure 1**: $\sum \vec{F} = \vec{F}$, les **figures 2 et 3**: $\sum \vec{F} = \vec{P}$ et la **figure 4**: $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$.

b- En comparant \vec{V} et $\sum \vec{F}$ sur les figures (1, 2, 3), et nous concluons lorsque le mouvement du corps est : **rectiligne – curviligne – circulaire** ?

Le mouvement du corps est **rectiligne** si \vec{V} et $\sum \vec{F}$ ont la **même direction** (c-à-d $\sum \vec{F} \parallel \vec{V}$).

Le mouvement du corps est **circulaire** si \vec{V} est **perpendiculaire** sur $\sum \vec{F}$ (c-à-d $\sum \vec{F} \perp \vec{V}$).

Le mouvement du corps est **curviligne** si l'angle α formé par \vec{V} et $\sum \vec{F}$ est $\alpha \neq k \cdot \frac{\pi}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$

c- Dans quel cas le corps est **pseudo-isolé mécaniquement** (c-à-d $\sum \vec{F} = \vec{0}$), et déduire leur **nature du mouvement** ?

Le autoporteur dans la **figure 4** est **pseudo-isolé mécaniquement** et il est en **mouvement rectiligne uniforme**.

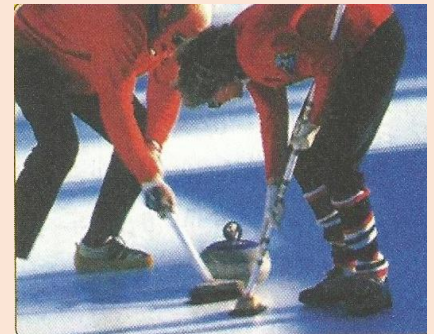
d- Un corps peut-il être **en mouvement en l'absence de force** ?

Oui, le corps peut être en mouvement en l'absence de force.

2 – Résumé :

- Une force qui s'exerce sur un corps peut le **mettre en mouvement**, **modifier sa trajectoire** ou / et **modifier sa vitesse**.
- Les **effets d'une force** sur le mouvement d'un corps sont d'autant **plus importants** que la **masse** du corps est **plus petite**.
- Si un corps est soumis à **plusieurs forces**, les effets de chacune d'entre elles s'**ajoutent**.

- **Aristote** croyait que **la force** était nécessaire pour **maintenir la vitesse** d'un corps mobile sur un **plan horizontal** jusqu'à ce que **Galilée** vienne prouver que le **mouvement d'un corps** sur un **plan horizontal lisse** (**frottement négligeable**) n'avait **pas besoin de force** pour rester en **mouvement rectiligne uniforme**.
- **Système isolé** : Un système est **mécaniquement isolé** s'il n'est soumis à **aucune force**.
- **Système pseudo-isolé** : Un système est **pseudo-isolé** si **les effets des forces extérieures** auxquelles il est soumis se **compensent**.
- Pour un **référentiel terrestre**, si un corps est soumis à des **forces compensées** (c-à-d $\sum \vec{F} = \vec{0}$), cela **ne signifie pas nécessairement l'absence de mouvement**. Le corps peut être dans l'un des deux cas :
- Le corps est **immobile**, c'est-à-dire $\vec{V} = \vec{0}$.
 - Le corps est en **M R U**, c'est-à-dire $\vec{V} = \overrightarrow{Cte}$.



Les deux joueurs balaient le chemin devant le projectile pour le garder en mouvement

Remarque :

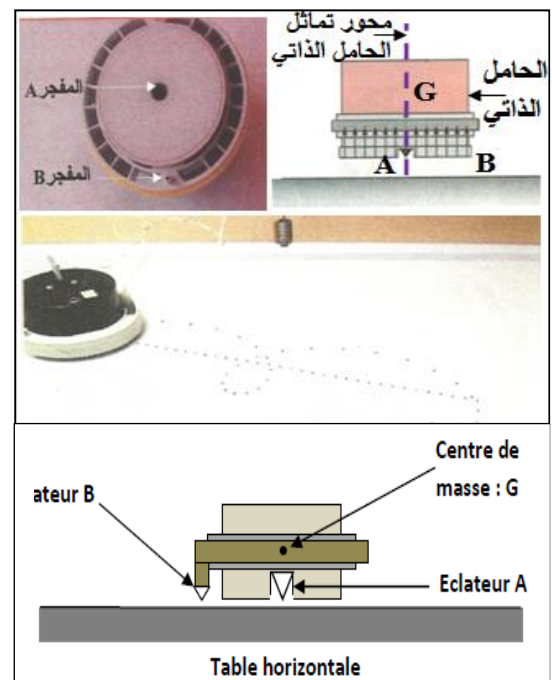
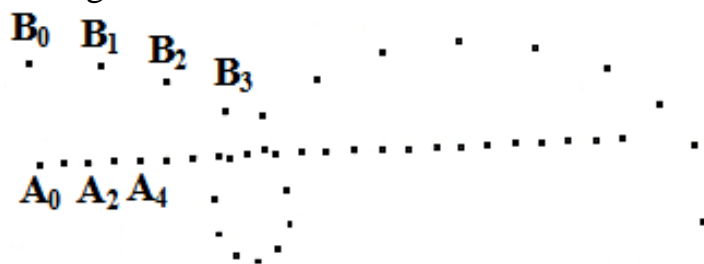
Si le **vecteur des forces appliquées** à un corps son **vecteur vitesse** sont **orthogonaux**, son mouvement est **circulaire**.

Si le **vecteur de forces appliqué** à un corps et son **vecteur vitesse** ont la **même direction**, son mouvement est **rectiligne**.

II – Centre d'inertie d'un corps solide :

1 – Activité :

Nous envoyons un **autoporteur en rotation** sur une table à coussin d'air horizontale équipé de **deux détonateurs** dont l'une est fixée au point **B** de la périphérie du **autoporteur** et l'autre au point **A** de l'axe de sa **symétrie verticale**. Et on obtient l'enregistrement suivant :



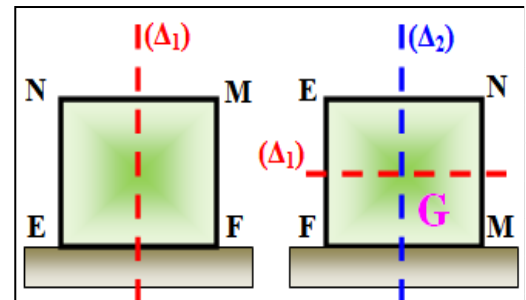
a- Comparer entre les **trajectoires** des deux points **A** et **B**.

La **trajectoire du B** est **curviligne** tandis que la **trajectoire du A** est **rectiligne**.

b- Quelle est la **nature du mouvement A** ? Dédurre la **nature du mouvement** des points de l'axe de la **symétrie verticale** d'autoporteur passant par A.

La **trajectoire de A** est **rectiligne** et que les **distances** parcourues au cours d'une même période sont égales, le mouvement du point A est **rectiligne uniforme**, ceci s'applique à **tous les points de l'axe de symétrie verticale** d'autoporteur passant par A.

c- Si nous imaginons un **autoporteur** pouvant se déplacer sur **différentes faces** sur une **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) . Que **remarquez-vous** ?



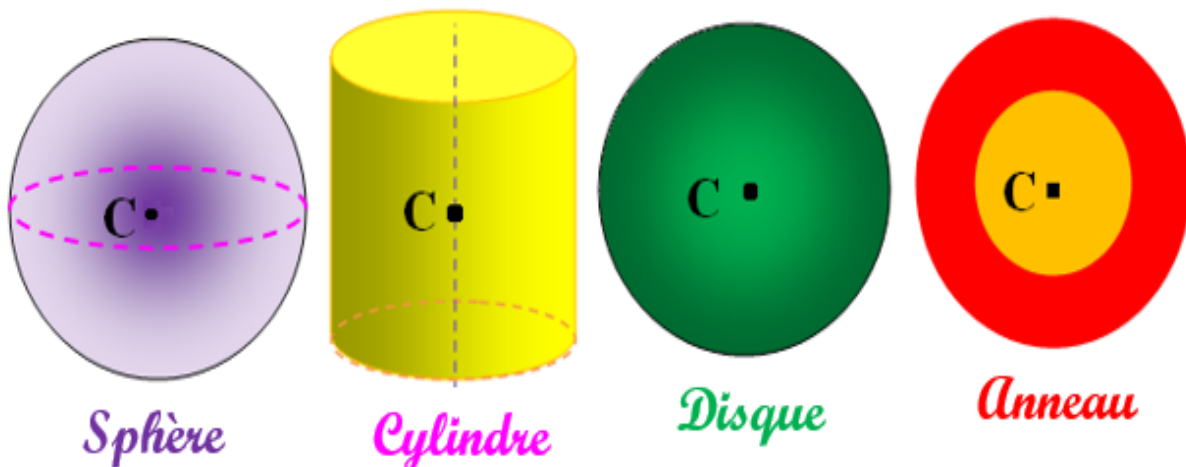
On remarque que le **point d'intersection** des axes (Δ_1) et (Δ_2) est le **seul point** dont le mouvement est toujours **rectiligne uniforme** quelle que soit la face sur laquelle se déplace l'autoporteur.

2 – Résumé :

Chaque corps solide a un **point spécial** et **unique** appelé **centre d'inertie** du corps solide et noté **G** qui se **distingue** aux autres points par **un mouvement spécial** : c'est le **point d'intersection** des axes de symétrie.

Lorsque ce corps est **pseudo-isolé mécaniquement** pour un référentiel terrestre, leur **centre d'inertie G** est en **mouvement rectiligne uniforme**.

Exemples de centres d'inertie de quelque objet :

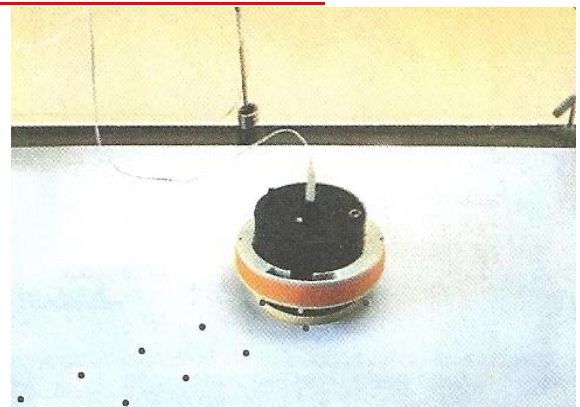
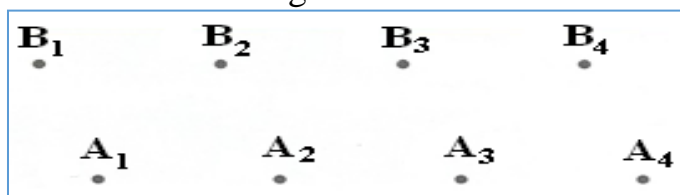


III – Le principe d'inertie ou la première loi de Newton :

1 – Activité :

Nous envoyons l'**autoporteur** sur une table **horizontale** afin qu'il effectue un mouvement de **translation rectiligne**.

Et on obtient l'enregistrement suivant :



a- Comparer entre les **mouvements** des deux points **A** et **B**. Quelle est la **nature** du mouvement de **G** centre d'inertie de l'autoporteur ?

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**. Donc $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$.

b- Faire l'inventaire des forces appliquées sur l'autoporteur pendant le mouvement. Déterminer la somme vectorielle de ces forces ?

Le système étudié : {autoporteur}

Bilan des forces : \vec{P} le poids et \vec{R} la réaction du plan.

Les forces \vec{P} et \vec{R} se compensent c-à-d $\vec{P} = -\vec{R}$, alors $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.

Nous disons que l'autoporteur est pseudo-isolé mécaniquement parce que la somme vectorielle de ces forces est nulle.

c- Si on choisit le référentiel lié au point **B**, est-ce que les deux conditions

$\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$ et $\sum \vec{F} = \vec{0}$ sont vérifiées ?

Mouvement de **G** par rapport au **B** est un mouvement circulaire uniforme,

alors $\vec{V}_G \neq \overrightarrow{cte}$ par conséquent $\sum \vec{F} \neq \vec{0}$.

2 – Enoncé du principe d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, tout corps isolé (ne soumis à aucune force) ou pseudo-isolé (soumis à une force résultante nulle $\sum \vec{F} = \vec{0}$) est $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$ (immobile $\vec{V}_G = \vec{0}$ ou en mouvement rectiligne uniforme $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte} \neq \vec{0}$).

Remarque :

Ecriture mathématique : $\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$

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

Le principe d'inertie ne peut être vérifié qu'aux repères Galiléen.

On considère le référentiel terrestre comme repère Galiléen pendant un court temps, et aussi tous corps référentiel immobile ou en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre comme repère Galiléen.

Nous appelons le mouvement de **G** centre d'inertie du corps par rapport à un repère Galiléen, le mouvement global.

Nous appelons le mouvement des autres points du corps par rapport au **G** centre d'inertie du corps, le mouvement spécial.

IV – Centre d'un système matériel :

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

Considérons un ensemble des points matériels pondérés A_i de masses m_i . Leur centre de masse **C** est : $\sum_{i=1}^n m_i \overrightarrow{CA_i} = m_1 \overrightarrow{CA_1} + m_2 \overrightarrow{CA_2} + \dots + m_n \overrightarrow{CA_n} = \vec{0}$

Relation barycentrique :

Le centre de masse **G** d'un système composé des corps solides homogènes (S_i) de centre de masse G_i et de masse m_i est donné par la relation :

$$(\sum m_i) \cdot \overrightarrow{OG} = \sum (m_i \cdot \overrightarrow{OG_i}) \text{ ou } \overrightarrow{OG} = \frac{\sum (m_i \cdot \overrightarrow{OG_i})}{(\sum m_i)} \text{ avec } O : \text{point qlq fixe dans l'espace}$$

G est à la fois centre d'inertie, centre de masse, centre de gravité et barycentre du système.