

Cours N° 4 :

Le principe d'inertie

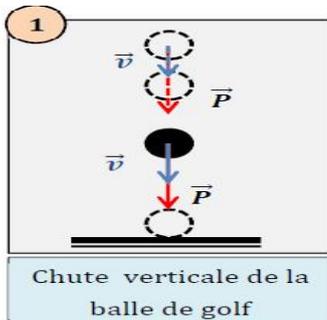
Introduction :

Après le lancer du palet de curling, il est soumis à deux forces qui se compensent. Son centre d'inertie garde un mouvement rectiligne uniforme tant qu'il ne heurte aucun obstacle.

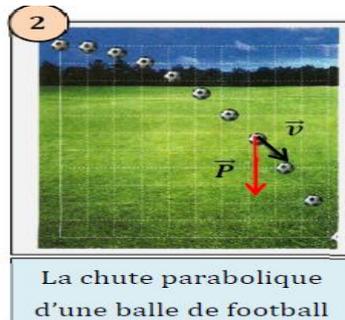
- Qu'est-ce que c'est qu'un centre d'inertie ? Comment trouver sa position ?
- Par quel principe peut-on expliquer cette observation ?
- Est-ce qu'un mouvement nécessite toujours des forces ?
- Est-ce qu'une force est nécessaire pour entretenir un mouvement rectiligne uniforme ?

**1. Effet d'une force sur le mouvement d'un corps :****Activité 1 :**

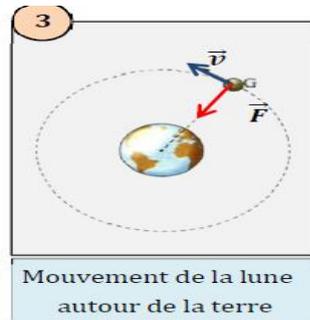
On considère les mouvements suivants :



Chute verticale de la balle de golf



La chute parabolique d'une balle de football



Mouvement de la lune autour de la terre



Mouvement du détonateur central A d'un autoporteur sur une table Horizontale

1. Donner l'expression de $\Sigma \vec{F}$ à somme des vecteurs de force appliqués au corps en mouvement dans chaque figure.

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

2. En comparant \vec{V} et $\Sigma \vec{F}$ 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 $\Sigma \vec{F}$ ont la même direction.*
- ✓ *Le mouvement du corps est circulaire si \vec{V} est perpendiculaire sur $\Sigma \vec{F}$.*
- ✓ *Le mouvement du corps est curviligne si l'angle α formé par \vec{V} et $\Sigma \vec{F}$ est $\alpha \neq k \cdot \frac{\pi}{2}; \in \mathbb{Z}$*

3. Dans quel cas le corps est pseudo-isolé mécaniquement et déduire leur nature du mouvement ?

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

4. Un corps peut-il être en mouvement en l'absence de force ?

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

Conclusion :

Une force qui s'exerce sur un corps peut le mettre en mouvement, modifier sa trajectoire ou / et modifier sa vitesse.

Pour un référentiel terrestre, si un corps est soumis à des forces compensées (c'est-à-dire $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$), 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 Mouvement rectiligne uniforme c'est-à-dire $\vec{V} = \vec{Cte}$.*

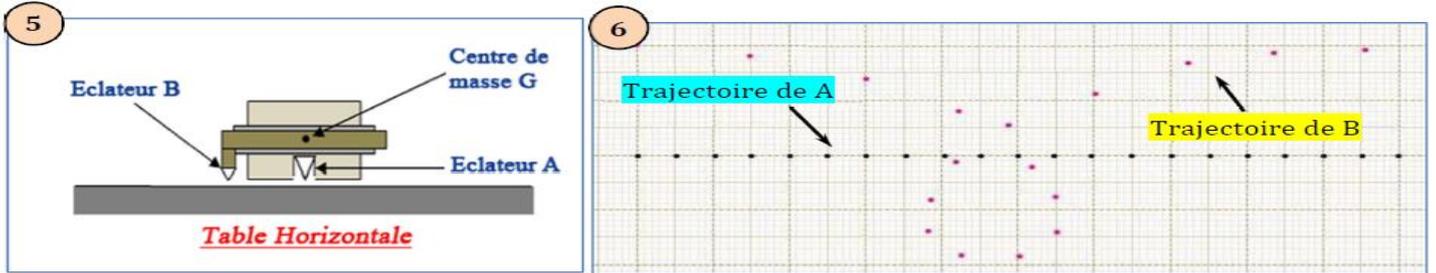
Système isolé : Un système est mécaniquement isolé s'il n'est soumis à aucune force.

Système pseudo-isolé : Un système est pseudo-isolé si les effets des forces extérieures auxquelles il est soumis se compensent.

2. Centre d'inertie d'un corps solide :

Activité 2 :

Nous envoyons un autoporteur en rotation sur une table à coussin d'air horizontale équipée 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 :



1. Comparer entre les trajectoires des deux points A et B.

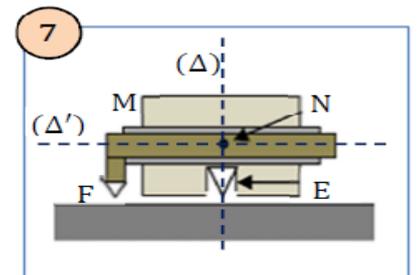
La trajectoire du B est curviligne tandis que la trajectoire du A est rectiligne.

2. Quelle est la nature du mouvement A ? Déduire 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.

3. 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) est rectiligne uniforme et lorsque l'autoporteur se déplace sur la face FM, le mouvement des points de l'axe de symétrie verticale (Δ'). Que remarquez-vous ?

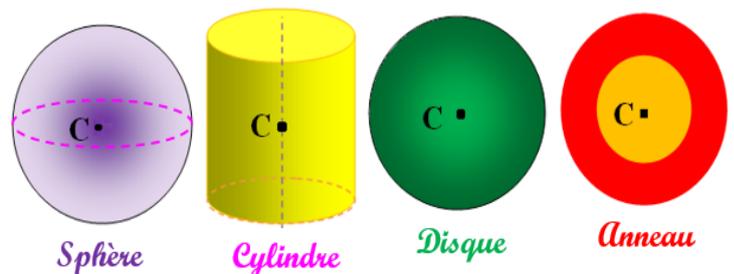
On remarque que le point d'intersection des axes (Δ) et (Δ') est le seul point dont le mouvement est toujours rectiligne uniforme quelle que soit la face sur laquelle se déplace l'autoporteur.



Conclusion :

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.

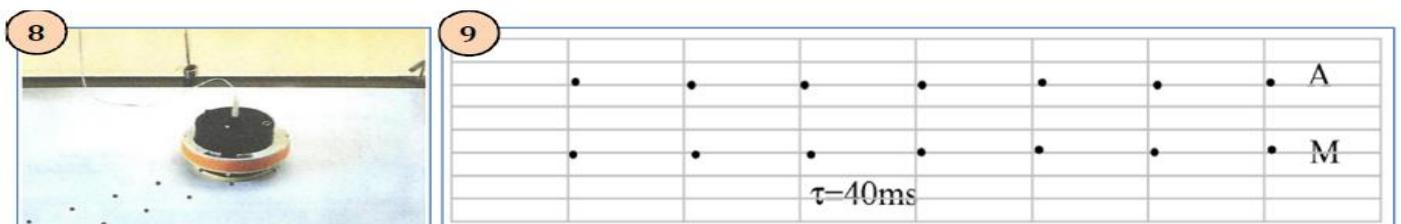
Lorsque ce corps est pseudo-isolé mécaniquement pour un référentiel terrestre, leur centre d'inertie G est en mouvement rectiligne uniforme.



3. Le principe d'inertie :

Activité 3 :

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



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

Mouvements des points A et M 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 $\vec{V} = \vec{C}te$.

2. 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.

3. Si on choisit le référentiel lié au point A, est-ce que les deux conditions $\vec{V} = \vec{C}te$ et $\sum \vec{F} = \vec{0}$ sont vérifiées ?

Mouvement de G par rapport au B est un mouvement circulaire uniforme, alors $\vec{V} \neq \vec{C}te$ par conséquent $\sum \vec{F} \neq \vec{0}$.

Conclusion - Enoncé du principe d'inertie :

Dans un référentiel Galiléen, le centre d'inertie G d'un système isolé (ne soumis à aucune force) ou pseudo-isolé (soumis à une force résultante nulle $\sum \vec{F} = \vec{0}$) est :

- Soit immobile : $\vec{V}_G = \vec{0}$

- Soit en mouvement rectiligne uniforme : $\vec{V}_G = \vec{c}te \neq \vec{0}$

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \vec{c}te \quad \left\{ \begin{array}{l} \vec{V} = \vec{0} \text{ le centre d'inertie est au repos} \\ \vec{V} = \vec{C}te \neq \vec{0} \text{ Le centre d'inertie G est en mvt rectiligne uniforme} \end{array} \right.$$

Remarques :

- Un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié est dit galiléen.
- Le principe d'inertie ne s'applique que dans un référentiel Galiléen.
- Le mouvement global est le mouvement du centre d'inertie d'un corps
- Le mouvement des autres points du corps par rapport mouvement des autres points au G centre d'inertie du corps est le mouvement spécial.

Application 1 :

Une parachutiste saute depuis un hélicoptère en vol stationnaire à 2000m d'altitude. Elle commence par se laisser tomber verticalement sans ouvrir son parachute. Sa vitesse augmente rapidement jusqu'à atteindre 30m/s. Elle ouvre alors son parachute et en quelques instants sa vitesse passe de 30m/s à 5m/s, puis se stabilise. Elle descend alors avec un mouvement rectiligne uniforme jusqu'au sol.



Donnée : La masse de parachutiste et son équipement : $m = 100\text{kg}$; $g = 9,8\text{N} / \text{kg}$.

1. En utilisant le texte, indique quelles sont les différentes phases du saut ?

.....

2. Dresser l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'ensemble {parachutiste + parachute} quand le parachute est ouvert.

.....

3. Pour chaque phase du saut, préciser si les forces se compensent ou non.

.....

4. Dans le cas où elles se compensent, représenter les forces sur un schéma, sans tenir compte de l'échelle.

5. Déterminer l'intensité de chaque force dans le cas où elles se compensent.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

