AlloSchool

Physique et Chimie : Tronc Commun

Séance 6 (Le principe d’inertie)

Professeur : Mr EL GOUFIFA Jihad

Sommaire

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

II- Centre d’inertie d’un corps solide

2-1/ Système isolé

2-2/ Système pseudo-isolé

2-3/ Centre d’inertie

III– Le principe d’inertie ou la 1ère loi de Newton

3-1/ Énonce du principe d’inertie

3-2/ Les référentiels Galiléens

3-3/ L’inertie

IV- Centre de masse et centre d’inertie d’un système matériel

4-1/ Définition du centre de masse

4-2/ Relation barycentrique

4-3/ Généralisation

VI- Exercices

6-1/ Exercice 1

6-2/ Exercice 2

6-3/ Exercice 3

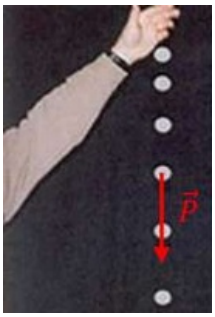
6-4/ Exercice 4

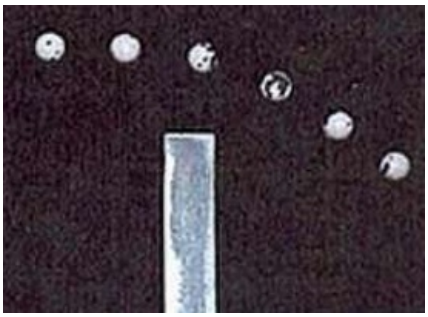
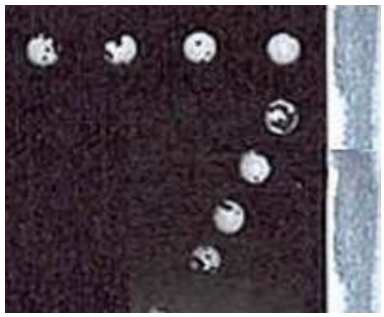
I– Effet d’une force sur le mouvement d'un corps

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 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.



II- Centre d'inertie d'un corps solide

2-1/ Système 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).

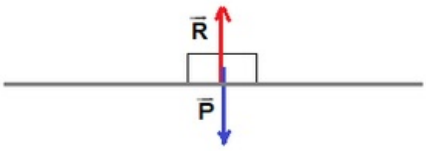
2-2/ Système pseudo-isolé

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

C'est-à-dire la somme vectorielle des forces extérieures est nulle : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \overrightarrow{0}$

Exemple

L'autoporteur sur la table à coussin d'air horizontale (lorsque la soufflerie fonctionne) est un système isolé car il est soumis à deux forces $\overrightarrow{P}$ et $\overrightarrow{R}$ qui se compensent : $\overrightarrow{P} + \overrightarrow{R} = \overrightarrow{0}$

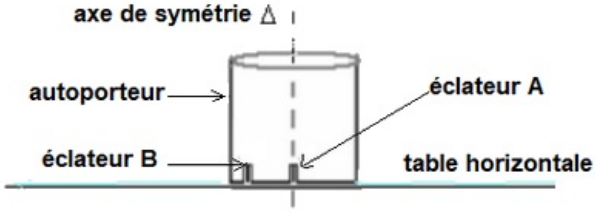


2-3/ Centre d'inertie

Activité expérimentale

On utilise un autoporteur équipé de deux éclateurs :

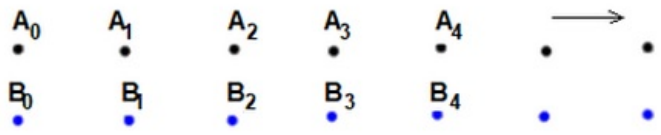
Le premier A fixé sur son axe de symétrie.
Le deuxième B est fixé en un point de sa partie inférieure.



Expérience 1

On lance un autoporteur (S) sans rotation sur une table à coussin d'air horizontal.

On obtient l'enregistrement 1 :

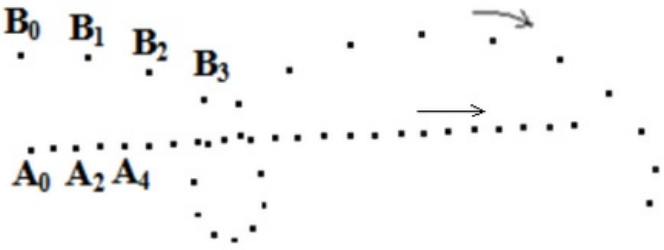


Enregitrement n°1

Expérience 2

On lance un autoporteur (S) avec rotation sur une table à coussin d'air horizontal.

On obtient l'enregistrement 2 :



Enregistrement n°2

Observations

Le point A à une trajectoire rectiligne dans les deux expériences.

Le point B à une trajectoire rectiligne dans l'expérience 1 et une trajectoire curviligne dans l'expérience 2.

Le point A appartient à l'axe de symétrie de l'autoporteur (S) qui contient aussi le point G le centre de gravité de (S).

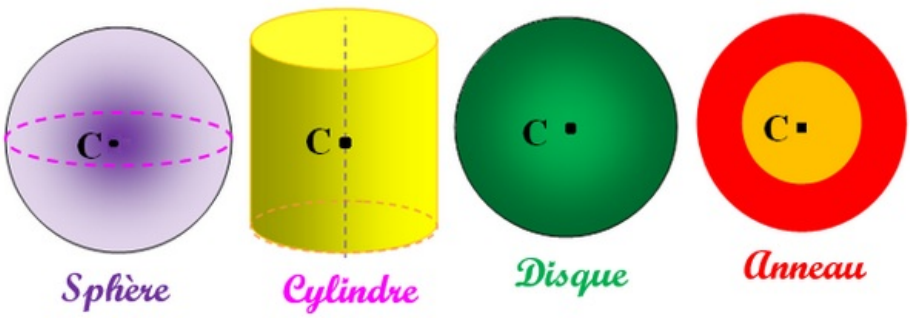
Le point A présente la projection orthogonale du point G ainsi le mouvement du point G est celui du point A.

Conclusion

Chaque solide a un point spécial et unique appelé centre d'inertie noté G.

Lorsque ce corps est pseudo-isolé mécaniquement pour un référentiel terrestre, son point G est en mouvement rectiligne uniforme.

Exemples de centres d'inertie de quelques objets



III– Le principe d’inertie ou la 1ère loi de Newton

3-1/ Énonce du principe d’inertie

Dans un référentiel Galiléen, Le centre d’inertie G d’un système isolé (ou pseudo-isolé) est :

- Soit immobile : $\overrightarrow{V} = \overrightarrow{0}$
- Soit en mouvement rectiligne uniforme : $\overrightarrow{V} = \overrightarrow{Cte}$

3-2/ Les référentiels Galiléens

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.

Tout référentiel en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre est lui aussi 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.

3-3/ L’inertie

L’inertie est la résistance qu’un corps oppose au changement de son mouvement.

Elle rend difficile la mise en mouvement d’un corps, la modification de sa vitesse et son arrêt.

L’inertie est directement liée à la masse, plus cette dernière est élevée et plus l’inertie est grande.

IV- Centre de masse et centre d’inertie d’un système matériel

4-1/ Définition du centre de masse

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 : $\sum_{i=1}^{n} m_i \overrightarrow{CA_i} = \overrightarrow{0}$.

4-2/ Relation barycentrique

Deux corps (S_1) et (S_2) de masses m_1 et m_2 et de centres d’inertie G_1 et G_2 liés entre eux, constituent un solide (S) de masse $m = m_1 + m_2$.

Ce solide (S) a un cente d’inertie G se trouvant sur le segment $[G_1G_2]$, tel que :

$$m_1.\overrightarrow{GG_1} + m_2.\overrightarrow{GG_2} = \overrightarrow{0}$$

Soit O un point quelconque de l'espace choisi comme origine, on écrit :

$$m_1.\left(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_1}\right) + m_2.\left(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_2}\right) = \overrightarrow{0}$$

$$\Rightarrow m_1.\overrightarrow{OG_1} + m_2.\overrightarrow{OG_2} = (m_1 + m_2)\overrightarrow{OG}$$

$$\Rightarrow \overrightarrow{OG} = \frac{m_1.\overrightarrow{OG_1} + m_2.\overrightarrow{OG_2}}{m_1 + m_2}$$

4-3/ Généralisation

Pour un solide constitué d'un ensemble de solides, la relation barycentrique s'écrit :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum m_i.\overrightarrow{OG_i}}{\sum m_i}$$

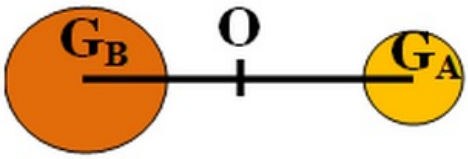
G : centre d'inertie du solide S et m sa masse.

G_i : centre d'inertie du solide S_i et m_i sa masse.

VI- Exercices

6-1/ Exercice 1

On considère deux corps sphériques A et B, leurs masses sont respectivement $m_A = 400g$ et $m_B = 800g$, et la distance entre leurs centre d'inertie G_A et G_B est $d = 100cm$, et ils sont associés à une liaison solide dont sa masse est négligeable :



1. Donner l'expression de la relation barycentrique qui détermine la position de G le centre d'inertie du groupe $[A\ et\ B]$ pour le point O au milieu du segment $[G_AG_B]$.
2. En appliquant cette relation, déterminer la distance G_BG.

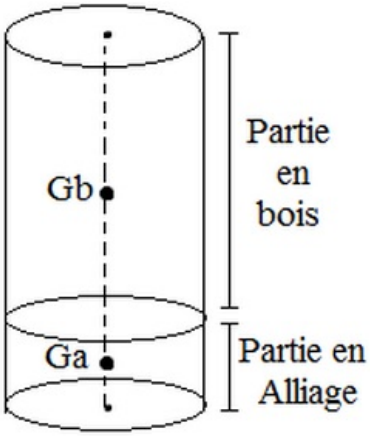
6-2/ Exercice 2

Un cylindre de rayon $r = 3cm$ est formé de 2 parties : Une partie en bois, de longueur $10cm$, et une partie en alliage, de longueur $1cm$.

1. Déterminer la position du centre d'inertie de ce cylindre.

On donne :

- Masse volumique du bois : $0,8g/cm^3$
- Masse volumique de l'alliage : $8g/cm^3$



6-3/ Exercice 3

On assimile la Terre et la Lune à 2 sphères homogènes dont les centres sont à une distance moyenne de $3,8.10^5 km$.

1)Sachant que le rapport des masses M_T/M_L est égal à 82, déterminer la position du centre d'inertie du système {Terre +Lune}.

La masse du Soleil est environ égale à $2.10^{30} kg$.

La distance Terre-Soleil est environ de $1,5.10^8 km$.

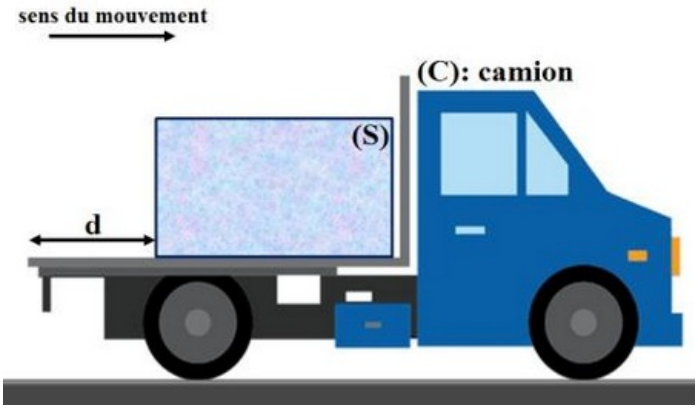
2. Déterminer la position du centre d'inertie du système {Terre +Soleil}

On donne : $R_T = 6400 km$; $M_T = 6.10^{24} kg$

6-4/ Exercice 4

Un camion (C) circulant sur une route rectiligne et horizontale, transporte sur son plateau lisse un morceau de glace (S) de masse $m = 20kg$.

Le camion roule à vitesse constante $V_0 = 36 km/h$. Le morceau de glace reste immobile au milieu du plateau.



1. Faire l'inventaire des forces qui agissent sur le solide (S).
2. Décrire le mouvement du morceau de glace dans un référentiel lié au camion.
3. Décrire le mouvement du morceau de glace dans un référentiel lié à la route.

A un instant t_1, le camion a soudainement changé sa vitesse de V_0 à $V_1 = 3.V_0$, pendant la durée $\Delta t = 0,1s$, puis il garde plus tard sa vitesse V_1.

4. Pour le camion, est-ce que le principe d'inertie est vérifié pendant la durée

Δt ? Justifier la réponse.

5. Pour le morceau de glace, est-ce que le principe d'inertie est vérifié pendant la durée Δt ? Justifier la réponse.
6. Trouver la vitesse du morceau de glace par rapport le camion et leur sens de mouvement pendant la durée Δt.

Le morceau de glace se trouve à $d = 1,5m$ de l'arrière du camion à l'instant t_1.

7. Le morceau de glace tombe-t-elle du camion?