

Unité 4 : Principe d'inertie

مبدأ القصور

I. Effets 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. Le principe d'inertie :

Pour le physicien un principe est une loi qu'on ne peut pas démontrer et qui est vérifiée par l'expérience. Par contre un principe sert ensuite à démontrer d'autres lois appelées théorèmes.

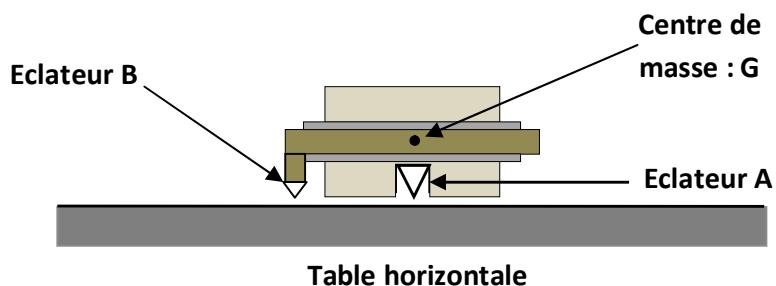
1) Système isolé et système pseudo-isolé

Lorsqu'un solide est soumis à des actions extérieures qui se compensent on dit qu'il est pseudo-isolé, c'est-à-dire, la somme vectorielle de forces extérieures que subit le solide est nulle ($\sum_i \vec{F}_i = 0$).

Un solide qui ne subirait aucune action extérieure serait dit isolé, ce serait approximativement le cas d'un solide perdu, très très loin de toute étoile ou planète, dans l'espace interstellaire.

2) Centre d'inertie

a) Expérience :

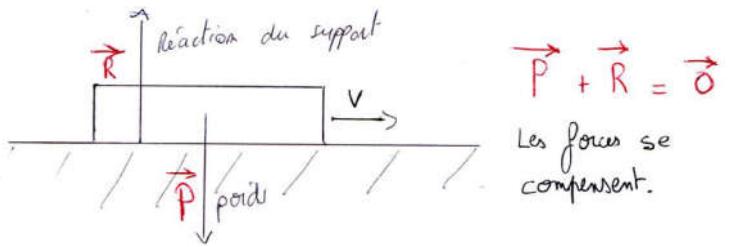


- **Premier cas** : Soit le mobile autoporteur est immobile sur la table à coussin d'air :

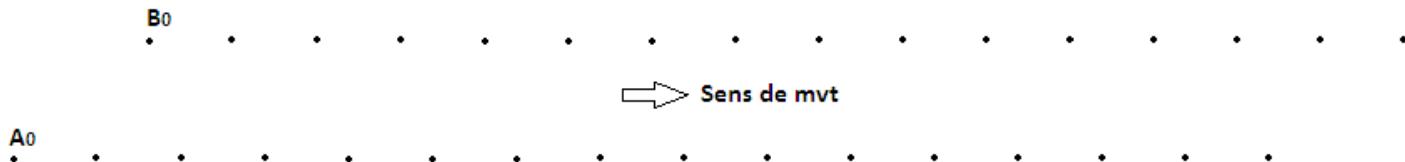
1. Quelles sont les forces qui s'exercent sur lui lorsqu'il est immobile ? Le mobile est isolé ou pseudo isolé ?

2. Essayer de dessiner la situation en faisant apparaître les forces ?

Les forces sont opposées alors qu'elles ont la même direction et la même norme. On dit qu'elles se compensent.



- **Deuxième cas** : On lance le mobile auto-porteur sur la table à coussin en enregistrant le mouvement des points A et B à des intervalles de temps égaux.



1. Comment qualifier ce mouvement ?

Les marques laissées par les points sont toujours espacées de la même distance et sont alignées. Le mouvement est dit rectiligne uniforme.

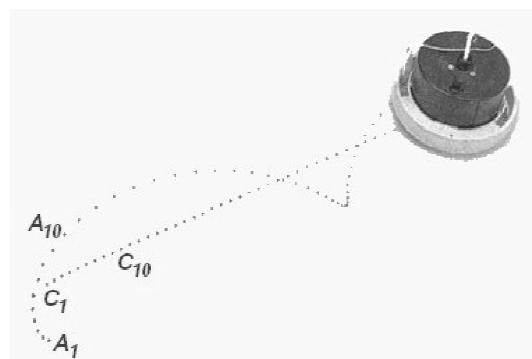
Le mouvement du mobile autoporteur est en mouvement de translation rectiligne uniforme.

2. Quelles forces s'exercent sur le mobile, une fois lancé ?

3. Dessiner la situation :

Les forces sont opposées et sont de même valeur. On dit qu'elles se compensent.

- **Troisième cas** : on lance le mobile autoporteur de manière à qu'il tourne autour de lui-même et on enregistre le mouvement des points A et C à des intervalles de temps égaux.



Trajectoire du point B

Trajectoire du point A

- a) Quelles sont les forces exercées sur le mobile autoporteur.

Le poids \vec{P} et la réaction de la table \vec{R}

- b) Comment qualifier ce mouvement.

Le mouvement du point A est toujours rectiligne uniforme par contre dans ce cas le point a un mouvement curviligne par rapport au référentiel terrestre.

Le mobile a un mouvement rectiligne uniforme et non plus a un mouvement de **translation** rectiligne uniforme.

- c) En remarquant le deuxième et le troisième cas, qu'est ce que vous constatez. Sachant que le point A est projection orthogonal de point G centre de masse.

Nous constatons que le point A est le seul point de mobile qu'a un mouvement rectiligne et uniforme. Et lorsque A est la projection orthogonal de point G centre de masse de mobile alors le point G est un et un seul point de ses points qu'est toujours en mouvement rectiligne uniforme si le mobile est pseudo isolé.

b) Définition de centre d'inertie :

Si le solide est pseudo isolé, un et un seul de ses points est toujours en mouvement rectiligne et uniforme : c'est son centre d'inertie symbolisé par la lettre G

III. Enoncé du principe d'inertie :

Dans un référentiel terrestre :

"Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent".

On peut aussi écrire :

Dans un référentiel terrestre :

Soit un solide sur lequel s'exercent des forces qui se compensent :

- Si $\mathbf{V}_G = 0$, alors le solide reste immobile.
- Si $\mathbf{V}_G \neq 0$, alors le centre d'inertie du solide a un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse v_{init} .

Il est donc équivalent de dire « un corps est soumis à des forces qui se compensent », et « un corps est soumis à aucune forces ».

Remarque:

- ✓ Ce principe n'est valable que dans certains référentiels dits référentiels galiléens ou d'inertie:
- ✓ Par définition un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel l'expérience vérifie les conséquences du principe d'inertie.
- ✓ Le référentiel du laboratoire (référentiel terrestre) est à peu près galiléen (en réalité il ne l'est pas exactement du fait de la rotation de la Terre sur elle-même).
- ✓ Tout référentiel en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre est lui aussi galiléen.

Comment utiliser le principe d'inertie ?

- ✓ Le principe d'inertie peut être utilisé pour prévoir le type de mouvement dont est animé un corps. Si le bilan des forces permet de montrer que les forces exercées sur un corps s'annulent alors il est possible de conclure à l'immobilité ou au mouvement rectiligne uniforme.
- ✓ Inversement si l'on sait qu'un corps est en mouvement rectiligne uniforme alors il est possible d'en déduire que les forces qu'il subit ce compense (Il est alors possible de trouver les caractéristiques d'une force inconnue à partir des autres. Voir plus loin).

V. Centre de masse et centre d'inertie d'un système matériel.

1. Définition de 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 G_i de masses m_i . Leur centre de masse noté C est défini par la relation : $\sum_{i=1}^N m_i \overrightarrow{CA_i} = \vec{0}$ ou $m_1 \overrightarrow{CA_1} + m_2 \overrightarrow{CA_2} + \dots + m_N \overrightarrow{CA_N} = \vec{0}$

Relation barycentrique :

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

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

O : point quelconque fixe dans l'espace

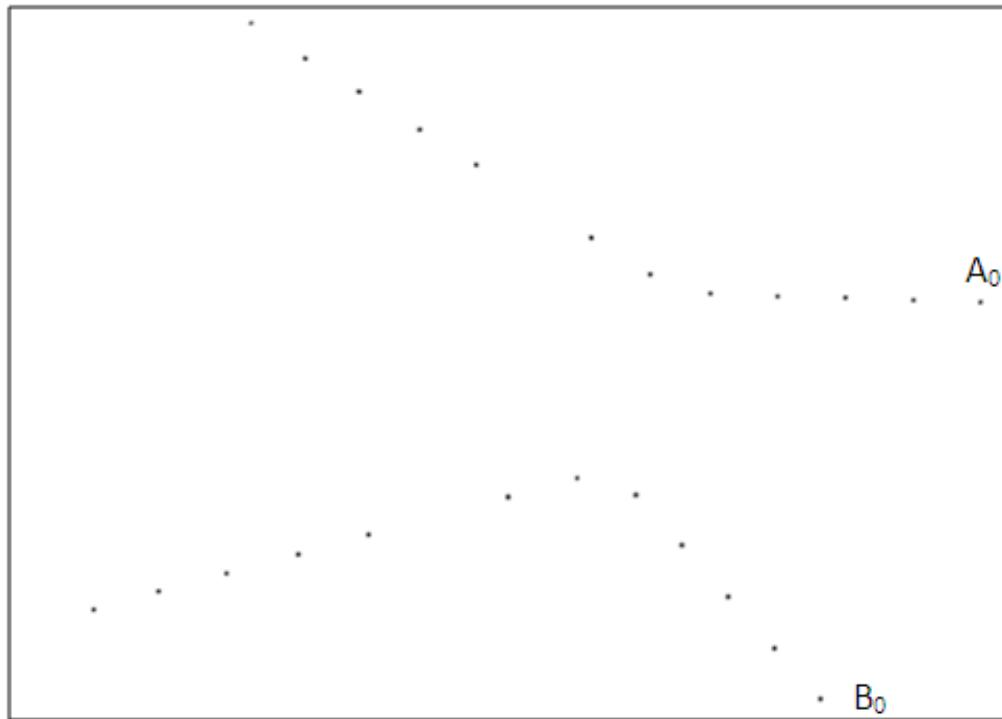
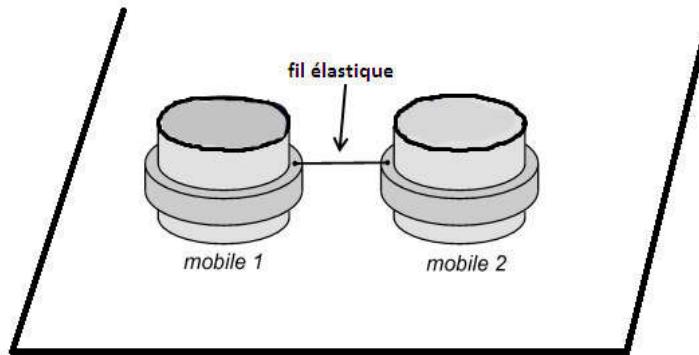
2. Centre d'inertie d'un système

a. Système à deux corps solide

On lance en même temps, sur une table à coussin d'air horizontale, deux autoporteurs liés par fil élastique et on enregistre le mouvement de centre d'inertie de chacun d'eux.

Données :

- Masse de mobile A (ou 1) $m_A = 1340\text{g}$
- Masse de mobile B (ou 2) $m_B = 670\text{g}$
- 1. Faire inventaire les forces s'exercent sur le système {mobile A + mobile B+fil}. Est-ce que le système est pseudo-isolé ?
- 2. Déterminer le centre de masse de système et le représenter sur le document d'enregistrement
- 3. Quelle est la nature de mouvement de centre de masse.
- 4. déduire le centre d'inertie de système.



b. conclusion

Le centre d'inertie G d'un système ou d'un solide est confondu avec son centre de masse C.

- si le solide est homogène et possède un centre de symétrie alors le centre de symétrie est le centre d'inertie.
- Si le solide est homogène et possède un axe de symétrie alors le centre d'inertie appartient à cet axe.
- Si le solide est homogène et possède un plan de symétrie alors le centre d'inertie est sur ce plan.