Niveau : **T**[le] **D**	**OG 1** : ANALYSER LA NATURE DU MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE.

TITRE : **MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SYSTEME MATERIEL**	**Durée** : **6 H**

Objectif spécifique : **OS 3** : Appliquer la relation $\sum \vec{F} = m \cdot \overrightarrow{a_G}$ à un solide dans un référentiel galiléen.

Moyens :

Vocabulaire spécifique :

Documentation : Livres de Physique AREX Terminale C et D, Eurin-gié Terminale D. Guide pédagogique et Programme.

Amorce :

Plan du cours :

I) Généralités
  1° Système isolé – système pseudo-isolé
  2° Centre d'inertie
  3° Position d'un point dans un repère
  4° Référentiel galiléen
  5° Vecteur quantité de mouvement

II) Théorème du centre d'inertie
  1° Relation fondamentale de la dynamique
    1.1° Chute libre d'un solide
    1.2° Enoncé de la relation fondamentale de la dynamique
  2° Théorème du centre d'inertie (T.C.I.)

III) Théorème de l'énergie cinétique

IV) Protocole pour résoudre un exercice de dynamique

Activités questions | **Activités réponses** | **Observations**

MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SYSTEME MATATERIEL

I) Généralités

1° Système isolé – système pseudo-isolé

- Un système est dit **isolé** lorsqu'aucune force extérieure ne s'exerce sur lui ;
- Un système est dit **pseudo-isolé** si les forces extérieures qui s'exercent sur lui se compensent à chaque instant.

2° Centre d'inertie

Le **centre d'inertie** d'un solide est l'**unique point** G de ce solide qui se déplace de façon rectiligne lorsque le solide évolue en restant pseudo-isolé.

Dans le cas d'un système de deux ou plusieurs solides, le **centre d'inertie G de l'ensemble** est le **barycentre** des centres d'inertie des différents solides. Il est défini par la relation :

$$\sum_i m_i \overrightarrow{GG_i} = \vec{0},$$

m_i et G_i étant respectivement la masse et le centre d'inertie du solide i.

3° Principe de l'inertie

Le centre d'inertie d'un système isolé ou pseudo-isolé :

- est animé d'un mouvement rectiligne uniforme si le système est en mouvement ;
- reste au repos si le système est initialement au repos.

4° Référentiel galiléen

Un référentiel **galiléen** est un référentiel dans lequel le principe de l'inertie est vérifié.

Exemples de référentiel galiléen :

- référentiel de Copernic ou héliocentrique ;
- référentiel géocentrique ;
- référentiel terrestre.

5° Vecteur quantité de mouvement

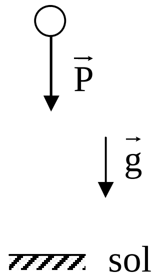
Le **vecteur quantité de mouvement** $\vec{p}$ d'un mobile est égal au produit de sa masse m par le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_G}$ de son centre d'inertie G :

$$\vec{p} = m.\overrightarrow{V_G}\ .$$

II) Théorème du centre d'inertie

1° Relation fondamentale de la dynamique

1.1° Chute libre d'un solide



Un solide (S) est abandonné sans vitesse initiale, vers le sol dans le repère terrestre. Le solide (S) décrit alors un mouvement rectiligne uniformément accéléré dont l'équation horaire de la vitesse s'écrit : $\vec{V} = \vec{g}.t$.

Le vecteur quantité de mouvement de (s) est : $\vec{p} = m.\vec{V} \Rightarrow \vec{p} = m.\vec{g}.t$.

On a : $\dfrac{d\vec{p}}{dt} = \dfrac{d}{dt}(m.\vec{g}.t) = m.\vec{g}$ d'où : $\boxed{\dfrac{d\vec{p}}{dt} = \vec{P}}$

1.2° Enoncé de la relation fondamentale de la dynamique

Dans un référentiel galiléen, **la somme vectorielle** des forces extérieures appliquées à un solide est égale à **la dérivée du vecteur quantité de mouvement** du solide à cet instant :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

2° Théorème du centre d'inertie (T.C.I.)

Soit un solide (S) dont le centre d'inertie se déplace avec une vitesse $\overrightarrow{V_G}$. Le **vecteur quantité de mouvement** de (S) s'écrit : $\vec{p} = m.\overrightarrow{V_G}$

On a : $\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m.\overrightarrow{V_G}) = m\frac{d}{dt}(\overrightarrow{V_G}) = m.\overrightarrow{a_G}$ or $\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \overrightarrow{F_{ext}}$

d'où : $\boxed{\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\overrightarrow{a_G}}$

Enoncé du théorème

Dans un référentiel galiléen, la **somme vectorielle des forces extérieures** appliquées à un solide est égale au produit de la **masse** du solide par le **vecteur accélération** de son centre d'inertie : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\overrightarrow{a_G}$.

III) Théorème de l'énergie cinétique

1° Energie cinétique d'un solide en mouvement de translation

L'**énergie cinétique** d'un solide de masse m en mouvement de translation avec une vitesse $\mathbf{V_G}$ est :

Joule (J) $\longleftarrow$ $\boxed{E_C = \frac{1}{2} m V_G^2}$

2° Enoncé du théorème de l'énergie cinétique

Dans un référentiel galiléen, la **variation de l'énergie cinétique** d'un solide entre deux instants t_1 et t_2 est égale à **la somme des travaux** de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide entre ces instants :

$$\boxed{\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = \sum W(\overrightarrow{F_{ext}})}$$

IV) Protocole pour résoudre un exercice de dynamique

Pour résoudre un problème de dynamique il faut :

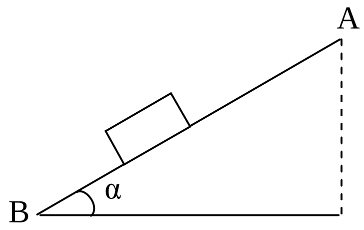
1. définir le système mécanique étudié il doit être indéformable (solide) ;
2. choisir un référentiel : il doit être galiléen ;
3. munir le référentiel d'un repère d'espace (orthonormé) et d'un repère de dates ;
4. faire l'inventaire de toutes les forces extérieures appliquées au système ;
5. faire un schéma ;
6. appliquer le théorème du centre d'inertie ou le théorème de l'énergie cinétique ;
7. exploiter la relation obtenue par la méthode analytique ou la méthode géométrique.

Remarque :

Pour les mouvements circulaires, il est plus commode d'utiliser le repère de Frenet $(\vec{\tau}, \vec{n})$.

Exercice d'application

Sur une table à coussin d'air, inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale, on lâche d'un point A un palet de masse m = 600 g. On donne : $\alpha = 6°$, $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.



1. Les frottements étant négligés :
   a. déterminer les caractéristiques du vecteur accélération ;
   b. préciser la nature du mouvement du palet ;
   c. calculer la vitesse V du palet en B après un parcours ÿ de 52 cm.
2. En fait, la vitesse en B est V’ (avec V’ = 0,94 $m.s^{-1}$). En déduire la valeur de la force de frottement $\vec{f}$ constante, parallèle à la table, exercée par celle-ci.