

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 20 : Mouvements d'un solide

💡 Une notion à bien comprendre, un point à retenir.

♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

✍ Un savoir-faire à acquérir.

TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

### 1 Description du mouvement d'un solide

#### 1.1 Définition

♥ Définir un solide au sens de la mécanique.

#### 1.2 Degré des liberté

♥ Définir un degré de liberté.

✍ Combien de degré de liberté possède un point matériel en mouvement libre dans l'espace ? Combien pour un solide ?

#### 1.3 Translation

♥ Caractériser le mouvement de translation d'un solide (*à chaque instant, tous les points du solide ont le même vecteur vitesse*).

##### 1.3.1 Translation rectiligne

##### 1.3.2 Translation circulaire

#### 1.4 Rotation autour d'un axe fixe

♥ Caractériser le mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe (*tous les points du solide ont un mouvement circulaire centré sur l'axe, à la même vitesse angulaire*).

### 2 Solide en rotation autour d'un axe fixe

#### 2.1 Moment d'inertie

♥ Exprimer le moment d'inertie d'un système de points matériels ( $J_{\Delta} = \sum m_i r_i^2$ ).

♥ Exprimer le moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe ( $L_{\Delta} = J_{\Delta} \Omega$ ).

✍ Établir l'expression du moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.

#### 2.2 Couple de force

♥ Définir un couple de forces, un couple moteur, un couple résistant.

#### 2.3 Liaison pivot

♥ Définir une liaison pivot, une liaison pivot idéale.

#### 2.4 TMC appliqué à un solide en rotation autour d'un axe orienté ( $\Delta$ ) fixe dans un référentiel galiléen

♥ Énoncer le TMC appliqué à un solide en rotation autour d'un axe fixe.

TD TMC appliqué à un solide en rotation autour d'un axe fixe : exercices 1,3,4,6,7.

## 3 Applications

### 3.1 Pendule de torsion

-  Modéliser l'action d'un fil de torsion sur une tige en rotation (une force résultante  $\vec{T}$  et un couple de rappel  $\Gamma = -C\theta$  où  $\theta$  est l'angle de torsion).
-  Établir l'équation du mouvement d'un pendule de torsion. Identifier la pulsation propre des oscillations.
- TD Pendule de torsion : exercices 2,8.

### 3.2 Pendule pesant

-  Connaître la différence entre pendule simple et pendule pesant.
-  Établir l'équation du mouvement d'un pendule pesant. Identifier la pulsation propre des petites oscillations.
- TD Pendule pesant : exercice 3.

## 4 Énergie cinétique d'un solide en rotation

### 4.1 Énergie cinétique d'un système de $N$ points matériels

- ♥ Exprimer l'énergie cinétique d'un système de points matériels en mouvement quelconque.

### 4.2 Cas d'un solide en rotation autour d'un axe fixe

-  Déterminer l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe ( $E_c = \frac{1}{2}J_\Delta\Omega^2$ ).

## 5 Théorème de l'énergie cinétique pour un solide

### 5.1 Cas d'un système de deux points matériels

-  Quand on applique le théorème de la puissance cinétique à un système de points matériels, il faut tenir compte de la puissance des forces intérieures qui peut être non nul (exemple : patineur sur la glace qui lance son patin).
-  Dans le cas où le système est **indéformable**, alors la puissance des forces intérieures est **nulle**.

### 5.2 Cas d'un système de $N$ points matériels

- ♥ Énoncer le théorème de la puissance cinétique et le théorème de l'énergie cinétique appliqué à un solide.
-  La puissance d'une force est égale à  $\vec{F} \cdot \vec{v}$  où  $\vec{v}$  est la vitesse du **point d'application de la force**.

### 5.3 Application : énergie potentielle de pesanteur d'un solide

- ♥ Connaître l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide ( $E_p = mgz_G + \text{Cste}$  si l'axe  $(Oz)$  est vertical ascendant) . Démo pas à connaître.

### 5.4 Équivalence entre le TEC et le TMC par rapport à $(\Delta)$ : expression de la puissance d'une action extérieure sur un solide en rotation autour d'un axe fixe

-  Le TEC et le TMC sont équivalents l'un à l'autre, on pourra utiliser l'un ou l'autre en fonction de ce que l'on souhaite calculer (généralement le TMC pour établir l'équation du mouvement et le TEC pour relier vitesse angulaire et position angulaire).
- ♥ Exprimer la puissance d'une force en fonction de son moment pour un solide en rotation autour d'un axe fixe ( $\mathcal{P}(\vec{F}) = \Omega \mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ ).
- TD Étude énergétique d'un solide en rotation : exercice 5.

### 5.5 Application : énergie potentielle d'un couple de rappel élastique

- ♥ Connaître l'expression de l'énergie potentielle d'un couple de rappel élastique.
-  Établir cette expression en utilisant le théorème de la puissance cinétique.

## 5.6 Système déformable : étude du tabouret d'inertie

-  Montrer que le moment cinétique du système {tabouret + personne assise} se conserve.
-  Expliquer en quoi la déformation du système permet de modifier la vitesse angulaire (personne étend ou plie ses bras).
-  Justifier que l'énergie cinétique varie et expliquer la cause de cette variation (*travail des forces intérieures*).
-  Expérience de la roue en rotation. Justifier le sens de rotation du tabouret en fonction du sens de rotation de la roue.