

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 20 : Mouvements d'un solide

💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.

♥ 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

#### 1.2 Degré des liberté

💡 Un solide possède au maximum six degrés de libertés : 3 de translation et trois de rotation.

#### 1.3 Translation

💡 Un solide est en translation si, à chaque instant, tous les points du solide ont en commun le même vecteur vitesse  $\vec{v}$ .

#### 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  $\omega$  appelée vitesse angulaire de rotation du solide*).

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

#### 2.1 Moment d'inertie

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

♥ Connaître l'expression du moment d'inertie d'un point matériel ( $J_{\Delta} = mr^2$ ) et d'un système de points matériels (les moments d'inertie s'additionnent :  $J_{\Delta} = \sum_i m_i r_i^2$ ).

#### 2.2 Couple de force

♥ Définir un couple de forces  $\Gamma$  (*moment résultant d'un ensemble de forces dont la résultante est nulle*).

#### 2.3 Liaison pivot

♥ Définir une liaison pivot (*autorise un seul degré de liberté de rotation*), une liaison pivot idéale (*liaison pivot dont on néglige le moment de freinage dû aux actions de contact :  $\mathcal{M}_{\Delta}(\text{liaison}) = 0$* ).

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

♥ 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). **Faire un schéma.**

 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 (masse ponctuelle au bout d'un fil de masse négligeable) et pendule pesant (tout pendule qui n'est pas "simple").

 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

♥ Exprimer 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 solide en rotation

♥ Énoncer le théorème de la puissance cinétique et le théorème de l'énergie cinétique appliqué à un solide.

♥ Connaître l'expression de la puissance d'une force :  $\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v}$  avec  $\vec{v}$  la vitesse du **point d'application** de la force, ou bien  $\mathcal{P} = \omega \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F})$  avec  $\omega$  la vitesse angulaire de rotation du solide autour de ( $\Delta$ ).

### 5.3 Énergie potentielle

♥ Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide ( $E_p = mgz_G$  si l'axe ( $Oz$ ) est vertical ascendant, à une constante près).

♥ Exprimer l'énergie potentielle associée à un couple de torsion ( $E_p = \frac{1}{2} C\theta^2$  à une constante près). La démonstration n'est pas exigible.

TD Étude énergétique d'un solide : exercices 5 et 6.

### 5.4 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).