

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.

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 Ω 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 Γ (*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 (Δ) fixe



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

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 θ est l'angle de torsion*). **Faire un schéma.**
-  Établir l'équation du mouvement d'un pendule de torsion. Identifier la pulsation propre des oscillations.

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.

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 : Alice et Bob sur la glace).
-  Dans le cas où le système est **indéformable**, alors les forces intérieures ne travaillent pas.




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 ω la vitesse angulaire de rotation du solide autour de (Δ) .

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 démo n'est pas exigible.

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*).