

Chapitre 19 – Mécanique du solide

À savoir

- ▷ Définition d'un solide (indéformable). Description cinématique d'un solide pour deux types de mouvements :
 - ▷ Solide en translation (rectiligne ou circulaire) : tous les points du solide ont la même vitesse instantanée.
 - ▷ Solide en rotation autour d'un axe Δ : tous les points du solide ont la même *vitesse de rotation* ; vecteur vitesse angulaire $\vec{\Omega}$; lien entre la vitesse $\vec{v}_i$ d'un point M_i du solide et $\vec{\Omega}$:

$$\vec{v}_i = \vec{\Omega} \wedge \overrightarrow{OM_i} \quad \text{où } O \in \Delta$$

- ▷ Définition du centre d'inertie (ou de gravité, ou de masse, ou barycentre) d'un solide.
- ▷ Expression du **théorème de la résultante dynamique** (ou TRD) :

$$m_{\text{tot}} \vec{a}_G = \sum_i \vec{F}_{\text{ext} \rightarrow i} \quad (1)$$

Démonstration non exigible. L'expression « principe fondamental de la statique » n'a pas sa place en physique.

- ▷ Interprétation du TRD : le mouvement du centre de gravité est équivalent au mouvement d'un point matériel G affublé de la masse totale du solide.
- ▷ Définition générale du moment d'une force par rapport à Δ : $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = (\overrightarrow{OM} \wedge \vec{F}) \cdot \vec{u}$.
- ▷ Quelques moments à connaître :
 - ▷ Le poids : action mécanique équivalente au poids exercé en G affublé de la masse totale du solide.
 - ▷ Un couple : résultante nulle mais moment non nul.
 - ▷ Une liaison pivot idéale (ou parfaite) : résultante non nulle mais moment nul.
- ▷ Définition générale d'un moment d'inertie par rapport à un axe Δ

$$J_\Delta = \sum_i m_i r_i^2 \quad (2)$$

Signification physique (résistance à la mise en rotation). Aucune expression de moment d'inertie à connaître.

- ▷ Définition du **moment cinétique** d'un solide par rapport à Δ : $\sigma_\Delta \stackrel{\text{def.}}{=} J_\Delta \times \omega$ où $\omega = \dot{\theta}$ est la vitesse angulaire.
- ▷ Expression du **théorème du moment cinétique** (TMC) pour un solide en rotation autour de Δ :

$$\frac{d(J_\Delta \omega)}{dt} = \sum_i \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext} \rightarrow i}) \quad \text{soit comme } J_\Delta = \text{cte} : \quad J_\Delta \ddot{\theta} = \text{somme des moments} \quad (3)$$

L'expression « théorème du moment statique » n'a pas non plus sa place en physique.

- ▷ Expression de la puissance d'une force en lien avec son moment : $\mathcal{P}(\vec{F}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) \times \omega$.
- ▷ Expression de l'énergie cinétique de rotation d'un solide : $\mathcal{E}_{c,\text{tot}} = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$.
- ▷ Expression du **théorème de la puissance cinétique** (TPC) : $\frac{d\mathcal{E}_{c,\text{tot}}}{dt} = \sum_i \mathcal{P}(\vec{F}_{\text{ext} \rightarrow i})$.

À savoir faire

- ▷ Déterminer la position du centre de gravité d'un solide dans des cas simples (généralement : au centre du solide).
- ▷ Faire le **bilan des actions mécaniques extérieures (BAME!)** s'exerçant sur un solide : lister les forces et calculer leurs résultantes et leurs moments.
- ▷ Savoir déterminer **avec le bras de levier** l'expression du moment d'une force quelconque.
- ▷ Expliquer qualitativement pourquoi, si on considère une boule homogène et une sphère creuse de même masse, alors $J_\Delta(\text{boule}) < J_\Delta(\text{sphère})$, où Δ passe par le centre de la boule/sphère.
- ▷ **Mise en équation propre du pendule pesant** : cf. **Test18**.
- ▷ Mettre en équation la situation du patineur sur la glace (ou du tabouret d'inertie) :
 - ▷ Montrer que la vitesse de rotation augmente quand J_Δ diminue.
 - ▷ Montrer que l'énergie cinétique augmente, et savoir expliquer qualitativement pourquoi.

Chapitre 20 – Réactions acido-basiques

Note aux colleurs et colleuses : pas d'exercices sur les titrages cette semaine ; l'esprit du programme n'est pas les calculs compliqués de pH avec une demi-douzaine d'espèces différentes ; j'ai omis systématiquement les c° dans le chapitre.

Dans le cadre du programme, on se limite à **une** réaction prépondérante et l'autoprotolyse négligeable.

À savoir

- ▷ Définition d'un acide et une base selon Brønsted. Notion de polyacide.
- ▷ Autoprotolyse de l'eau (AP) : réaction, produit ionique de l'eau, valeur à 25 °C.
- ▷ Définition du pH à partir de l'activité de l'ion H_3O^+ , prise égale à la concentration.
- ▷ Un pH est compris entre 0 et 14 en solution aqueuse : cela correspond aux plages de concentrations sur lesquelles l'activité est assimilable à la concentration en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- ▷ Définition d'une solution acide, neutre et basique.
- ▷ Définition d'un acide fort, d'une base forte, d'un acide faible et d'une base faible.
- ▷ Connaître quelques couples acido-basiques « classiques » : couples de l'eau, acide chlorhydrique, acide éthanoïque, ammoniac, soude, etc., et savoir s'il s'agit d'acides ou de bases faibles ou fortes.
- ▷ Définition de la constante d'acidité ; la constante de basicité n'a pas été vue. Définition d'un pK_a .
- ▷ Lien qualitatif entre la force d'un acide (ou d'une base) et son pK_a .
- ▷ Définition d'un titrage/dosage (la distinction n'est pas pertinente en TSI).
- ▷ Connaître les propriétés que doit vérifier une réaction de titrage (quantitative/totale, rapide, repérable, univoque).
- ▷ Définition de l'**équivalence** : moment du titrage où espèce titrée et espèce titrante sont introduites en proportions stoechiométriques.
- ▷ Définition d'un indicateur coloré acido-basique, connaître si possible quelques indicateurs « usuels ».

À savoir faire

- ▷ Écrire une réaction acido-basique : action de la base d'un couple sur l'acide d'un autre.
- ▷ Démontrer la formule du pH en fonction des concentrations en acide et base d'un couple à l'équilibre en solution (relation d'Henderson-Hasselbalch)

$$\text{pH} = \text{pK}_a(\text{AH}/\text{A}^-) + \log \left(\frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}}}{[\text{AH}]_{\text{eq}}} \right)$$

- ▷ Tracer un diagramme de prédominance (zones où $[\text{AH}] > [\text{A}^-]$ et inversement) pour un couple donné : axe **horizontal** gradué en pH. Exploiter un diagramme de distribution fourni.
- ▷ Exprimer la constante de réaction d'une réaction acido-basique en fonction (de la différence) des pK_a des différents couples. Échelle **verticale** de pK_a ; règle du « gamma ».
- ▷ Calculer le pH d'une solution d'acide fort, de base forte, d'acide faible ou de base faible. Les formules générales ne sont pas exigibles.
- ▷ **Important** : savoir réaliser les approximations nécessaires pour limiter les calculs au maximum.
- ▷ **Important (bis)** : savoir vérifier *a posteriori* les approximations effectuées.
- ▷ Étudier qualitativement un titrage acido-basique par conductimétrie, le graphe de la conductivité σ étant fourni ; savoir utiliser le fait que H_3O^+ et HO^- conduisent mieux le courant que les autres ions en solution.
- ▷ Étudier un titrage acido-basique par pH-métrie (acide fort/base forte et acide faible/base forte traités en cours) :
 - ▷ définir proprement le volume équivalent ;
 - ▷ utiliser une courbe de pH fournie pour extraire des informations pertinentes : volume équivalent, pK_a d'une espèce pour le titrage d'un acide ou d'une base faible.
- ▷ Choisir un IC parmi une liste fournie pour un titrage donné.