MPSI – Physique/Chimie
Programme de colle semaine 22

Remarque :

Le cours sur le moment cinétique doit être bien su : les élèves qui ne connaîtraient pas les définitions ou théorèmes de ce cours ou qui seraient incapables de retrouver l'équation différentielle d'un pendule pesant n'auront pas la moyenne.

Cinématique / Dynamique Newtonienne / Formulation énergétique de la dynamique / Particule chargée dans un champ électromagnétique :

Même chose que la semaine dernière (exercices seulement, si nécessaire pour compléter la colle).

Molécules, forces intermoléculaires, solvants :

Même chose que la semaine dernière.

Mouvements de rotation et théorème du moment cinétique :

- Moment cinétique d'un point matériel M par rapport à un point fixe O : $\overrightarrow{L_O} = \vec{r} \wedge \vec{p} = \overrightarrow{OM} \wedge m\vec{v}$

- Moment cinétique d'un point M par rapport à un axe (Oz) : $L_z = \overrightarrow{L_O}.\overrightarrow{u_z}$ (savoir montrer que cette grandeur est indépendante du point de l'axe utilisé pour la calculer).

- Moment cinétique d'un solide S en rotation par rapport à un axe (Oz) : $L_z = J\dot{\theta} = J\omega$, où $\dot{\theta} = \omega$ est la vitesse angulaire de rotation du solide et $J = \sum_i m_i r_i^2$ est le « moment d'inertie » du solide par rapport à l'axe de rotation (rem : le calcul des moments d'inertie pour des solides de différentes formes n'est pas au programme mais on a cependant traité les cas d'une tige, d'un disque et d'un cône).
Savoir, qualitativement, que plus la masse du solide est éloignée de l'axe de rotation, plus le moment d'inertie sera grand (et donc plus il sera difficile de mettre le solide en rotation).

- Moment d'une force par rapport à un point O : $\overrightarrow{M_O}(\vec{F}) = \overrightarrow{OM} \wedge \vec{F}$

- Moment d'une force par rapport à un axe (Oz) : $M_z(\vec{F}) = \overrightarrow{M_O}(\vec{F}).\overrightarrow{u_z} = \pm d\ F$ où d est le « bras de levier », c'est à dire la distance entre la droite d'action de la force et l'axe (Oz). Le signe + ou – dépend de si la force a tendance à faire tourner dans le sens positif ou négatif autour de l'axe.

- Notion de couple de forces (ensemble de forces de résultante nulle mais de moment non nul).

- Liaison pivot : définition, réalisation pratique. Savoir que, pour une liaison pivot parfaite, le moment par rapport à l'axe de la liaison des forces de contact est nul.

- Théorème du moment cinétique : « la dérivée du moment cinétique est égale à la somme des moments des forces » : $\frac{d\overrightarrow{L_O}}{dt} = \sum \overrightarrow{M_O}(\vec{F})$ (si on l'applique par rapport à un point) ou $\frac{dL_z}{dt} = \sum M_z(\vec{F})$ (si on l'applique par rapport à un axe). Ce théorème est valable pour un point matériel ou pour un solide.

- Exemple d'application : le pendule pesant : savoir établir l'équation différentielle et retrouver la période des petites oscillations.

- Connaître des exemples de situations où il y a conservation du moment cinétique (par exemple la patineuse qui ramène ses bras vers le corps pour tourner plus vite, qu'il faut être capable d'expliquer qualitativement).

- Approche énergétique du solide en rotation : savoir que $E_c = \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2$ (où J est le moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation) et que la puissance d'une force appliquée au solide en rotation est $P = M_z(\vec{F}).\dot{\theta}$. Utiliser ces résultats pour retrouver l'équation différentielle du pendule pesant grâce au théorème de l'énergie cinétique.

__Mouvement à force centrale *(questions de cours uniquement) :*__

- Savoir énoncer sans problème les trois lois de Kepler concernant les mouvements des planètes autour du soleil.

- Définition d'une force centrale.

- Savoir montrer que le moment cinétique par rapport au centre de force se conserve, et en déduire que le mouvement est plan et que la quantité $C = r^2\dot{\theta}$ est constante : on l'appelle la « constante des aires » (remarque : on n'a pas encore fait le lien avec la deuxième loi de Kepler).