

# Programme de la semaine du 22 avril 2024

## Cours

### Chapitre 18 : Forces centrales

- Savoir définir la notion de force centrale (de centre  $O$ ). Savoir introduire un repère sphérique pour paramétrer la force.
- Savoir que si la force centrale ne dépend que de la coordonnée radiale alors elle est conservative, et lui associer une énergie potentielle. Savoir donner des exemples de forces centrales conservatives.
- Savoir montrer que le moment d'une force centrale (de centre  $O$ ) calculé en  $O$  est nul et en déduire que le moment cinétique d'un point matériel soumis à cette force, calculé en  $O$ , est conservé.
- Savoir démontrer les deux conséquences de la conservation du moment cinétique pour le mouvement : le mouvement est plan et suit la loi des aires.
- **Exemple d'application au cas de la force gravitationnelle.** En exploitant la conservation du moment cinétique et de l'énergie mécanique, et après avoir introduit un système de coordonnées polaires dans le plan du mouvement, écrire les 2 intégrales premières du mouvement pour un point matériel de masse  $m$  soumis à l'attraction gravitationnelle d'un corps de masse  $M_A$  :

$$\begin{cases} E_m &= \frac{1}{2}m\dot{r}(t)^2 + \frac{1}{2}m\frac{c^2}{r^2} - \frac{GM_A m}{r} , \\ \mathcal{C} &= r(t)^2\dot{\theta}(t) . \end{cases} \quad (1)$$

Savoir définir l'énergie potentielle effective, tracer son allure, puis décrire qualitativement la nature des trajectoires en fonction de la valeur de l'énergie mécanique.

- **Étude des trajectoires dans le champ newtonien.** Savoir énoncer les trois lois de Kepler. Cas particulier du mouvement circulaire : mise en équation du mouvement, rayon, période, énergie mécanique. Dans le cas du mouvement elliptique : savoir démontrer l'expression de l'énergie mécanique en fonction du demi grand-axe, savoir démontrer la relation  $r_{PV} = r_{AV}$  entre le périastre et l'apoastre, connaître la relation admise entre la période et le demi grand axe (3ème loi de Kepler) .
- Savoir donner des exemples de missions en fonction de la hauteur (basse, moyenne, haute) de l'orbite d'un satellite artificiel de la Terre. Savoir exprimer la vitesse d'un satellite en orbite basse (première vitesse cosmique), en donner un ordre de grandeur, ainsi que la vitesse de libération (deuxième vitesse cosmique). Savoir calculer le rayon de l'orbite d'un satellite géostationnaire et justifier que l'orbite se trouve dans le plan de l'équateur.

**Formules de Binet, vecteur excentricité ou vecteur de Runge-Lenz hors-programme du cours.**

### Chapitre 19 : Mouvement d'un solide

- **Cinématique du solide.** Savoir définir la notion de solide indéformable, expliquer le nombre de degré de liberté nécessaire pour décrire son mouvement. Savoir définir le mouvement de translation d'un solide, donner des exemples (translation rectiligne ou circulaire). Savoir définir le mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe, et exprimer le vecteur vitesse de n'importe quel point du solide dans une base adaptée.
- Savoir définir le moment cinétique d'un système de points et énoncer le TMC pour un système de points (la démonstration est admise mais il faut savoir dire explicitement que le moment des forces intérieures est nul).
- Savoir définir le moment cinétique scalaire d'un solide en rotation autour d'un axe fixe, et l'exprimer en fonction du moment d'inertie. Savoir interpréter qualitativement le moment d'inertie d'un solide (aucun calcul n'est exigible). Savoir énoncer le TMC scalaire pour un solide en rotation autour d'un axe fixe.
- Savoir définir et utiliser le bras de levier pour calculer le moment scalaire d'une force. Savoir définir la notion de couple. Savoir définir la notion de liaison pivot et celle de liaison pivot parfait.
- Savoir déterminer l'équation du mouvement du pendule pesant et exprimer l'intégrale première.
- Savoir déterminer l'équation du mouvement du pendule de torsion. **L'intégrale première sera vue à la rentrée.**

## Exercices

Exercices sur le **Chapitre 18** et éventuellement d'application simple sur le **Chapitre 19** (le TD n'a pas été encore fait).