

# Programme de la semaine du 13 avril 2026

## 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. **Mouvement elliptique** : savoir démontrer l'expression de l'énergie mécanique en fonction du demi grand-axe, savoir démontrer la relation  $r_P v_P = r_A v_A$  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.

### Chapitre 19 : Mouvement d'un 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 parfaite.
- Savoir déterminer l'équation du mouvement du pendule pesant et exprimer l'intégrale première.
- Savoir déterminer l'équation du mouvement du pendule de torsion et exprimer l'intégrale première.
- Savoir définir l'énergie cinétique d'un système de points et énoncer le TEC pour un système de points (la démonstration est admise mais il faut savoir dire explicitement que la puissance des forces intérieures n'est nulle que pour un système indéformable).

- Savoir définir l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe, et l'exprimer en fonction du moment d'inertie. Savoir énoncer le TEC scalaire pour un solide en rotation autour d'un axe fixe, relier la puissance des forces extérieures à leur moment scalaire et montrer l'équivalence entre le TEC et le TMC scalaire.
- Système déformable : savoir mener le bilan d'énergie du tabouret d'inertie (on commencera par montrer que le moment cinétique du système est conservé et justifier la relation entre les vitesses angulaires des deux positions "bras contre le corps" ou "bras loin du corps").

## Exercices

Exercices sur le **Chapitre 17** et sur le **Chapitre 18** (TD discuté mardi).