

PCSI Physique - Programme de colle 22

Semaine du 24 au 28 mars 2025.

Chapitre M_6 - Forces centrales et introduction à la mécanique céleste

- Forces centrales, conséquences : conservation du moment cinétique.
- Constante des aires, loi des aires.
- Forces centrales conservatives : conservation de l'énergie mécanique, énergie potentielle effective, trajectoires liées et de diffusion par lecture du graphe de l'énergie potentielle effective.
- Le cas des forces newtoniennes. Condition d'existence de trajectoires liées. Nature du mouvement : coniques. *Aucune notion sur les coniques n'est exigible, à part leurs trois catégories et leur forme géométrique.*
- Lois de Kepler : première loi admise. Démonstration de la troisième loi dans le cas particulier de l'orbite circulaire.
- Uniformité du mouvement circulaire. Energie mécanique pour une orbite elliptique : démonstration.
- Applications : Satellites géostationnaires et vitesses cosmiques.

Questions de cours potentielles :

- Démontrer que le moment cinétique est constant, et que le mouvement à force centrale est plan (dev 1)
- Démontrer la loi des aires pour un mouvement à force centrale (dev 2)
- Justifier que l'énergie mécanique est conservée, et définir l'énergie potentielle effective (dev 3)
- Démontrer, pour le mouvement *circulaire* dans un champ gravitationnel, la troisième loi de Kepler (dev 5)
- Donner l'expression de l'énergie mécanique à l'apogée et au périégée d'une orbite elliptique, son équation polaire étant fournie. En déduire que $E_m = -K/2a$, avec K la constante de force et a le demi-grand axe (dev 6)
- Déterminer les expressions des deux vitesses cosmiques, et donner leur signification physique. Citer leur ordre de grandeur pour la Terre. (dev 8-9)

Chapitre M_7 - Introduction à la mécanique du solide

- Modèle du solide indéformable, généralisation des définitions des grandeurs mécaniques à un système de points matériels.
- Degrés de liberté de rotation et de translation. Description du mouvement d'un solide : translation, et rotation autour d'un axe fixe. Vecteur rotation instantané $\vec{\omega}$.
- PFD appliqué au solide indéformable : lien avec les translations.
- Notion de moment d'inertie par rapport à un axe. Définition. *Le calcul de moments d'inertie par intégration est hors programme, ainsi que le théorème de Huygens.* Relation $L_\Delta = J_\Delta \omega$.
- Théorème du moment cinétique appliqué au solide indéformable : lien avec la rotation.
- Aspects énergétiques : énergie cinétique du solide en rotation autour d'un axe fixe, relation $E_c = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$.
- Théorème de l'énergie cinétique pour un solide. Lien entre puissance des forces intérieures et déformation du système.
- Applications : pendule pesant, pendule de torsion (et expérience de Cavendish), tabouret d'inertie/patineur artistique (dont bilan énergétique).

Questions de cours potentielles :

- Montrer que pour un solide en rotation autour d'un axe Δ fixe, on peut écrire $L_\Delta = J_\Delta \omega$, et donner la définition de J_Δ . (dev 1)
- Déterminer l'équation du mouvement du pendule pesant à l'aide du théorème du moment cinétique. (dev 5)
- Faire un bilan des forces s'exerçant sur le fléau du pendule de torsion, et montrer que le mouvement de rotation du fléau est un oscillateur harmonique dont on définira la pulsation propre. On notera $\vec{\Gamma} = -C\theta \vec{e}_z$ le couple de torsion. (dev 6)
- On modélise un.e patineur.euse par deux masses m situées à une distance r_1 de son axe de rotation, et on note ω_1 sa vitesse de rotation. Déterminer ω_2 si les bras se rapprochent à une distance r_2 de l'axe. Puis faire un bilan d'énergie cinétique et justifier que la puissance des forces intérieures est non nulle. (dev 7)

Exercices

Exercices sur les chapitres M_6 et M_7 .