

PLAN DU COURS :

F LOIS DU MOMENT CINETIQUE

Ce chapitre d'introduction sur le Théorème du Moment Cinétique a seulement vocation à permettre l'utilisation de cette notion sur le cas des forces centrales, impliquant la conservation du moment cinétique. Ce résultat sera exploité dans le chapitre suivant. L'utilisation du théorème du moment cinétique dans des situations plus variées sera développée dans un chapitre ultérieur.

1. Moment d'une force, notion de bras de levier.
 - 1.1 Introduction
 - 1.2 Moment d'une force en un point.
 - 1.3 Moment d'une force par rapport à un axe orienté.
2. Moment cinétique.
 - 2.1 Observation introductive.
 - 2.2 Moment cinétique d'un point matériel.
Moment cinétique par rapport à un point, moment cinétique par rapport à un axe.
Application au mouvement circulaire.
 - 2.3 Moment cinétique d'un système de points par rapport à un axe orienté.
3. Théorème du moment cinétique.
 - 3.1 TMC pour un point matériel dans un référentiel galiléen.
Enoncé, démonstration,
 - 3.2 Conservation du moment cinétique pour une force centrale.

Questions de cours :

Démontrer le TMC pour un point matériel en référentiel galiléen.

G MOUVEMENTS DANS UN CHAMPS DE FORCE CENTRALE CONSERVATIF

1. Mouvements à forces centrales.
 - 1.1 Force centrale, centre d'interaction.
 - 1.2 Conservation du moment cinétique.
 - 1.3 Un mouvement nécessairement plan
 - 1.4 Loi des Aires
2. Cas de forces centrales conservatives.
 - 2.1 Energie potentielle, conservation de l'énergie mécanique.
 - 2.2 Energie potentielle effective.
 - 2.3 Etats liés et états de diffusion.

Questions de cours :

Montrer qu'un mouvement à force centrale d'un point matériel amène une conservation du moment cinétique, et qu'il est nécessairement plan. Enoncer et établir la loi des aires.

Présenter la notion d'énergie potentielle effective et expliquer son intérêt.

3. Cas des champs newtoniens.
 - 3.1 Définition. Lois de forces naturelles. Energies potentielles.
 - 3.2 Nature des trajectoires. Equation polaire et interprétation dans le cas d'un système lié ou d'un système en état de diffusion.
4. Mouvements d'états liés en champs newtoniens. Lois de Kepler sur les cas circulaires et elliptiques.
 - 4.1 Satellite sur une orbite circulaire.
 - 4.2 Satellite géostationnaire.

- 4.3 Lois de Kepler : énoncé et commentaires.
- 4.4 Démonstration de la troisième loi de Kepler pour le cas circulaire.
- 4.5 Généralisation (admise) au cas d'une trajectoire elliptique.
- 5. Energie mécanique.
 - 5.1 Energie mécanique sur une trajectoire circulaire.
 - 5.2 Energie mécanique sur une trajectoire elliptique. Généralisation de l'expression du cas circulaire au cas d'une trajectoire elliptique. Démonstration par recherche des positions extrémales.
 - 5.3 Vitesses cosmiques.
 - Vitesse en orbite basse (première vitesse cosmique).
 - Vitesse de libération (deuxième vitesse cosmique).

Questions de cours :

Démontrer la troisième loi de Kepler sur le cas d'une orbite circulaire.

Exprimer l'énergie mécanique sur le cas d'une orbite circulaire.

Etablir l'expression de l'énergie mécanique pour une trajectoire elliptique.

Définir et exprimer la première vitesse cosmique et la seconde vitesse cosmique.

Tout exercice sur le mouvement de particules chargées dans des champs électriques ou magnétiques.
 Tout exercice sur les mouvement à force centrales, en particulier dans les champs newtoniens.

Programme de référence.

2.4. Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétostatique, uniformes et stationnaires	
Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle ; champs électrique et magnétique.	Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.
Puissance de la force de Lorentz.	Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.	Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accélération constant. Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur-vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique.	Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.

2.5 Moment cinétique	
Moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et par rapport à un axe orienté.	Relier la direction et le sens du vecteur moment cinétique aux caractéristiques du mouvement.
Moment cinétique d'un système discret de points par rapport à un axe orienté.	Utiliser le caractère algébrique du moment cinétique scalaire.

Moment d'une force par rapport à un point ou un axe orienté.	Exprimer le moment d'une force par rapport à un axe orienté en utilisant le bras de levier.
Théorème du moment cinétique en un point fixe dans un référentiel galiléen. Conservation du moment cinétique.	Identifier les cas de conservation du moment cinétique.

2.6. Mouvements dans un champ de force centrale conservatif	
Point matériel soumis à un seul champ de force centrale.	Établir la conservation du moment cinétique à partir du théorème du moment cinétique. Établir les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan, loi des aires.
Point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif Conservation de l'énergie mécanique. Énergie potentielle effective. État lié et état de diffusion.	Exprimer l'énergie mécanique d'un système conservatif ponctuel à partir de l'équation du mouvement. Exprimer la conservation de l'énergie mécanique et construire une énergie potentielle effective. Décrire qualitativement le mouvement radial à l'aide de l'énergie potentielle effective. Relier le caractère borné du mouvement radial à la valeur de l'énergie mécanique. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, obtenir des trajectoires d'un point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif.
Cas particulier du champ newtonien Lois de Kepler.	Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres.
Cas particulier du mouvement circulaire : satellite, planète.	Établir que le mouvement est uniforme et déterminer sa période. Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier de la trajectoire circulaire. Exploiter sans démonstration sa généralisation au cas d'une trajectoire elliptique.
Énergie mécanique dans le cas du mouvement circulaire et dans le cas du mouvement elliptique.	Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire. Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.
Satellites terrestres Satellites géostationnaires, de localisation et de navigation, météorologique.	Différencier les orbites des satellites terrestres en fonction de leurs missions. Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial.
Vitesses cosmiques : vitesse en orbite basse et vitesse de libération.	Exprimer ces vitesses et connaître leur ordre de grandeur en dynamique terrestre.