

PLAN DU COURS :

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.
- 3.3 Lois de Kepler.
Enoncé des trois lois de Kepler et confrontation aux résultats plus formels établis en cours.

4. Mouvement d'états liés en champs newtoniens.

- 4.1 Satellite à trajectoire circulaire.
- 4.2 Satellite géostationnaire.
- 4.3 Lois de Kepler sur les cas circulaires et elliptiques.
Démonstration de la troisième loi de Kepler pour le cas circulaire. 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).
- 3.1 Processus de mise en orbite, orbite de transfert, variations d'énergie mécanique.

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 les mouvements à force centrale conservative

H MOUVEMENT DE ROTATION D'UN SOLIDE AUTOUR D'UN AXE FIXE

1. Introduction au mouvement d'un solide.
 - 1.1 Définition d'un solide.
 - 1.2 Mouvement de translation
 - 1.3 Mouvement de rotation
2. Théorème scalaire du moment cinétique
 - 2.1 Notion de moment d'inertie.
 - 2.2 Moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe. Moments d'inertie sur quelques exemples.
 - 2.3 Couple.
 - 2.4 Liaison pivot.
 - 2.5 TMC pour un solide en rotation autour d'un axe fixe.

Aucune démonstration n'est exigible sur ce chapitre. Les quantités et relations qui sont citées dans cette partie doivent être connues et pouvoir être retrouvées par analogie au cas d'un point matériel.

I APPLICATIONS ET APPROCHE ENERGETIQUE POUR UN SOLIDE EN ROTATION AUTOUR D'UN AXE FIXE

1. Le pendule de torsion.

Présentation expérimentale.

 - 1.1 Couple de torsion.
 - 1.2 Equation du mouvement.
 - 1.3 Intégrale première du mouvement.
2. Le pendule pesant.
 - 2.1 Equation du mouvement.
 - 2.2 Oscillations pour de faibles amplitudes.
 - 2.3 Mise en équation par une approche énergétique.
3. Bilans énergétiques pour un solide en rotation autour d'un axe fixe.
 - 3.1 Energie cinétique d'un solide en rotation.
 - 3.2 Puissance d'une force ou d'un couple appliqué à un solide en rotation.

[Chapitre inachevé : le bilan énergétique sur un système subissant une déformation n'a pas été traité]

Questions de cours :

Pendule de torsion : Mise en équation par le TMC, équation horaire.
 Pendule de torsion : Mise en équation par une approche énergétique.
 Pendule pesant : Mise en équation par le TMC, équation horaire.
 Pendule pesant : Mise en équation par une approche énergétique.

EXERCICES SIMPLES SUR CE CHAPITRE. PEU D'EXERCICES ET EXEMPLES AURONT ETE TRAITES EN COURS.

Programme de référence.

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	Exprimer l'énergie mécanique d'un système conservatif

conservatif Conservation de l'énergie mécanique. Énergie potentielle effective. État lié et état de diffusion.	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.

2.7 Mouvement d'un solide	
Description du mouvement d'un solide dans deux cas particuliers Définition d'un solide.	Différencier un solide d'un système déformable.
Translation.	Reconnaître et décrire une translation rectiligne ainsi qu'une translation circulaire.
Rotation autour d'un axe fixe.	Décrire la trajectoire d'un point quelconque du solide et exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire.

Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide mobile autour d'un axe fixe Moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe : moment d'inertie	Exploiter, pour un solide, la relation entre le moment cinétique scalaire, la vitesse angulaire de rotation et le moment d'inertie fourni. Relier qualitativement le moment d'inertie à la répartition des masses.
Couple.	Définir un couple.
Liaison pivot.	Définir une liaison pivot et justifier le moment qu'elle peut produire.
Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.	Exploiter le théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.
Pendule de torsion.	Établir l'équation du mouvement. Établir une intégrale première du mouvement.
Pendule pesant.	Établir l'équation du mouvement. Établir une intégrale première du mouvement. Réaliser l'étude énergétique d'un pendule pesant et mettre en évidence une diminution de l'énergie mécanique. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, mettre en évidence le non isochronisme des oscillations.
Approche énergétique du mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté, dans un référentiel galiléen. Énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.	Utiliser l'expression de l'énergie cinétique, l'expression du moment d'inertie étant fournie.
Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe.	Établir, dans ce cas, l'équivalence entre le théorème scalaire du moment cinétique et celui de l'énergie cinétique.