

Leçon de Physique n°2 Lois de conservation en dynamique

Niveau : CPGE 1^{ère} année : MPS, PCSI, PTSI

Programme :

Notions et contenus	Capacités exigibles
2.2 Lois de Newton Quantité de mouvement	
Masse d'un système. Conservation de la masse pour système fermé.	Exploiter la conservation de la masse pour un système fermé.
Quantité de mouvement d'un point et d'un système de points. Lien avec la vitesse du centre de masse d'un système fermé.	Établir l'expression de la quantité de mouvement pour un système de deux points sous la forme : $p=mv(G)$.
Première loi de Newton : principe d'inertie. Référentiels galiléens.	Décrire le mouvement relatif de deux référentiels galiléens.
2.6. Mouvements dans un champ de force centrale conservatif	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.	
Point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif	Exprimer l'énergie mécanique d'un système conservatif ponctuel à partir de l'équation du mouvement.
Conservation de l'énergie mécanique. Énergie potentielle effective. État lié et état de diffusion.	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.
Cas particulier du champ newtonien	Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, obtenir des trajectoires d'un point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif.
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	Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire.

circulaire et dans le cas du mouvement elliptique. Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.

Satellites terrestres

Différencier les orbites des satellites terrestres en fonction de leurs missions.

Satellites géostationnaire, de localisation et de navigation, météorologique.

Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial.

Livres : Tout-en-un DUNOD PCSI, Mécanique PEREZ, H Prépa Mécanique

Pré-requis : mécanique du point : PFD, théorème de l'énergie cinétique, théorème de l'énergie mécanique

Introduction :

Emmy Noether (1882-1935)

Les lois de la physique, pour rester invariantes, doivent s'exprimer dans des référentiels galiléens qui sont caractérisés par les propriétés suivantes qui ont pour conséquence 3 propriétés de conservation :

Symétrie

Homogénéité de l'espace : un processus se déroule de la même façon si on l'observe, toutes choses égales par ailleurs, en un autre lieu

Isotropie de l'espace : un processus se déroule de la même façon si on l'observe, toutes choses égales par ailleurs, en l'orientant dans une autre direction. Une rotation dans l'espace montre qu'il n'y a pas de direction privilégiée dans l'espace

Homogénéité du temps : un processus se déroule de la même façon si on l'observe, toutes choses égales par ailleurs, à une autre époque

Conservation

Conservation de la quantité de mouvement : les différentes parties d'un système isolé peuvent modifier leurs quantités de mouvement respectives, mais la quantité de mouvement de tout ce système est constante.

Conservation du moment cinétique : les différentes parties d'un système isolé peuvent modifier leurs moments cinétiques respectifs, mais le moment cinétique de tout ce système est constant.

Conservation de l'énergie : les différentes parties d'un système isolé peuvent échanger entre elles de l'énergie, mais l'énergie de tout ce système est constante

1) Conservation de la quantité de mouvement

a) Énoncé et conditions => loi d'inertie

Attention R gal

Si la résultante de toutes les forces externes agissant sur un système est nulle (partir du PFD pour le prouver), la quantité de mouvement du système reste constante => mouvement rectiligne uniforme (principe d'inertie : 1ère loi de Newton : tt corps reste immobile ou conserve un MRU aussi longtemps qu'aucune force extérieure ne vient modifier son état, 1687 *Principia*)

b) Exemple : choc élastique (simulé avec mobiles auto-porteurs) ou fusée (système ouvert) => loi d'inertie

Mobiles : mesurer v_1 et v_2 avec 3 points avant et après le choc

Si pertes : pertes sous forme de frottements

2) Conservation du moment cinétique

a) Énoncés, conditions et conséquences

Partir du théorème du moment cinétique : $d\mathbf{L}_O/dt = \mathbf{M}_O(\mathbf{F})$

Conservation si $\mathbf{M}_O(\mathbf{F}) = \mathbf{0}$: si somme des forces nulles ou forces centrales

b) Exemple : mouvement des planètes

=> mouvement plan et loi des aires

expérience tabouret Perez mécanique ?

3) Conservation de l'énergie

a) Énoncé et conditions

Tout en un j'intègre

Théorème de l'énergie mécanique : La variation d'énergie mécanique au cours du mouvement est égale aux travaux des forces non conservatives qui ne dérivent pas d'une énergie potentielle : $\Delta E_m = W(\mathbf{F}_{NC})$ => conservation de E_m si système n'est pas soumis à des forces non conservatives.

b) Exemple : pendule

schéma

! origine de l' E_p : $E_p = mgz + cste$ à prendre quand $\vartheta = 0$

Ccl : lois de conservation => simplification de la résolution du problème