

LP04 : Loi de conservations en dynamique

présentation : Théodore NICOLAS

CR : Antoine BRICARD

correcteur : Mélanie LEBENTAL

Biblio :

On a surtout repris de « Mécanique PCSI-MPSI » de Brasselet (PUF)

pensez à :

- Votre bouquin de prépa préféré pour le fond.
- Plein d'exemples originaux dans le Gruber
- Le Feynman si vous voulez une version plus philosophique
- Kibble (anglais), Lumbroso, Sivardière

Axe choisi :

« Pour certains problèmes l'utilisation directe des loi de Newton n'est pas la plus judicieuse, on peut se simplifier la vie en considérant directement la conservation de certaines grandeurs fondamentales. »

Niveau CP

Prérequis :

- lois de Newton
- forces centrales
- notions d'énergie, de travail, de moment,

Plan :

manip introductive : le pendule de Newton ([Brasselet](#)) (explication au II.3))

I Conservation de l'énergie mécanique

1) Théorème de l'énergie cinétique

$$dE_c = W$$

2) Théorème de l'énergie mécanique

$$dE_p = W_{nc}$$

3) Exemple : le pendule simple

basique, mais permet d'insister sur la conversion E_c/E_p

II Conservation de l'impulsion

1) Conditions de validité

isolé ou pseudo isolé

2) Exemple : la fusée ([Brasselet](#))

comme résultat au choix : la loi de vitesse de la fusée et/ou variation exponentielle de la masse en fonction de la vitesse à atteindre.

3) Exemple : le pendule de Newton ([Brasselet](#))

Le traiter avec juste deux billes.

Seconde manip introductive : mise en rotation du tabouret. (à essayer avant, voir détails)

III Conservation du moment cinétique

1) Conditions de validité

isolé, pseudo-isolé ou forces centrales

- 2) Exemple : mise en rotation du tabouret
attention, il y a une autre leçon sur le gyroscope, ce n'est pas le sujet ici.
Juste obtenir $\Omega_{\text{tab}} = -\Omega_{\text{roue}} * I_{\text{roue}}/I_{\text{tab}}$ en projetant la conservation du moment cinétique sur l'axe z.
- 3) Exemple : mise en rotation de la fusée
assimiler la fusée à une ligne, émission à 90° en bout de fusée. Voir transparent.

Manip 1 :

pendule de Newton :

Celui de Cachan est tout moisi, et il faut y croire pour voir ce qui est attendu. Je ne sais pas si c'est possible d'en acheter/fabriquer un autre ou si une autre prépa agreg envoie un.

Manip 2 :

Matériel : une roue de vélo (avec des poignées) et un tabouret (qui tourne)

lancer la roue de vélo (y aller fort)

s'asseoir sur le tabouret en tenant la roue droite

la mettre à plat

faire observer que le tabouret et la roue tournent en sens inverse

retourner la roue

faire observer le changement de sens

=> bien régler le tabouret pour éviter les rotations parasites, lancer la roue aussi vite que possible, ne pas attendre trop avant de retourner la roue, elle ralentit assez vite (~10-15 sec)

Questions :

(à rebours de la leçon)

III :

- Influence de la longueur de la fusée sur la rotation ?
- Définition du moment d'inertie ?
- Lien entre la conservation du moment cinétique pour un point et pour un solide ?
- L'opérateur fait partie de I_{roue} ou de I_{tab} ?
- Pourquoi pas de rotation quand la roue est droite ? (liaison pivot)

II :

- Fusée, variation exponentielle de la masse, commentaire ? Comment se passe un décollage ?
(parler des fusées à étages)

- Pourquoi parler de systèmes pseudo-isolés ?

I :

- $dE_p = W_{nc}$, commentaire ? (l'énergie n'a pas disparue, énergie thermique,...)
- Écrire proprement l'intégration puissance => travaux

0 :

- Définition, utilité du référentiel barycentrique

Commentaires & tips :

Ne pas parler de :

- invariant adiabatique (invariant \neq conservation)
- théorème de Nother (lien conservations/symétries)

C'est une leçon à exemple, le bon positionnement est celui choisi, ie dernier cour de méca. Bien choisir ses exemples (avec AN ou ODG si possible), les petites manip sont un vrai plus.

Ne pas hésiter à partir sur des exemples un peu fun en méca du solide (comme ici), en hydro ou en

électromag (on peut tout faire avec de l'électromag, cf sujet A 2001 et 2013)

exemples :

- Pendule simple c'est pas optimal, on gagne pas grand chose (à moins de ne pas se limiter aux petits angles) préférer le chariot dans la mine (illustre le fait qu'on se fout du chemin suivi)
- Fusée en translation : dur à éviter, on peut la remplacer par un chariot propulsé par du sable
- Chocs de particules (par ex Rutherford)
- Vitesse de libération, lien avec la composition des atmosphères
- Constante des aires
- Système Terre-Lune
- On peut parler du ref barycentrique et l'illustrer avec une manip sur table à coussin d'air

Tip général : pour donner de la consistance et de la saveur, enrober les exemples dans une petite histoire et arroser copieusement la leçon d'anecdotes tirées de la grande.