

Titre : Précession dans les domaines du macroscopique et microscopique

Présentée par : Alfred Hammond

Rapport écrit par : Léa Chibani

Correcteur : Robin

Date : 10/12/19

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Mécanique	Pérez		

Plan détaillé

I-Le gyroscope

A) Histoire

B) Résolution de l'équation de la précession

C) Mouvement de la toupie

II-Précessions atomiques

A) Travaux de Larmor

B) Précession Quantique

1834 : Peinture, *Théâtre national de la République (Paris)*

1851 : *Perdue de l'œuvre au Parlement (Paris)*

1852 : Sur les conseils de Peinture, *Peinture (Paris)*

-

Questions posées par l'enseignant

1) Pourquoi il y a-t-il qu'un mouvement de précession avec la bonne impulsion ?

Quand le solide a la bonne impulsion il y a le

2) Pourquoi un solide isolé va précesser avec les bonnes conditions initiales ?

Le moment cinétique dans le cas d'un solide isolé se conserve.

Dans la base $(\mathbf{u}_r, \mathbf{u}_\theta, \mathbf{u}_z)$ on peut réexprimer L_0 suivant L_z comme étant :

$$L_z = L_\theta \sin\theta + L_r \cos\theta$$

Ensuite on exprime $\Omega = L_\theta / I_\theta \sin\theta + L_r / I_r \cos\theta \rightarrow$ **il faut utiliser le tenseur d'inertie**

On obtient donc en appliquant le TMC l'équation de la précession !

3) Pourquoi faut-il que le point d'application du TMC soit fixe ?

Il faut que le point O soit fixe, sinon on utilise le **théorème du moment dynamique qui rajoute un terme !**

4) Vous avez dit que le référentiel R^* (barycentrique) est en translation par rapport au référentiel terrestre $RT \rightarrow$ comment montrer que les forces d'inertie n'interviennent pas dans l'expression du TMC ?

On exprime $\mathbf{d}\mathbf{f}_i = \rho dV (-\mathbf{a}_c / R_c)$ pour un solide homogène

Le couple de la force d'inertie $\mathbf{d}\mathbf{f}_i$: $\mathbf{\Gamma} = \int \rho dV \mathbf{r} \wedge (-\mathbf{a}_c / R_c) = \int \rho dV \mathbf{r} \wedge \mathbf{v} \wedge \mathbf{r} / R_c = 0$

Par propriété du centre de masse

5) Quelles sont les conséquences de $dL/dt = 0$ dans R^* ?

- Norme conservée

- L_z conservée

- Il y a toujours un vecteur instantané tel que dans la base d'Euler : $\Omega = (d\phi/dt \mathbf{u}_z, d\theta/dt \mathbf{u}_N, d\psi/dt \mathbf{u}_r)$ (le tenseur d'inertie dans cette base est diagonale \rightarrow base principale d'inertie \rightarrow base d'Euler)

6) Que se passe-t-il si il n'y a pas de symétrie axiale pour un solide isolé ?

On ne peut pas faire le même traitement du lagrangien

\rightarrow Perdre en symétrie = perdre en quantité conservée d'après Th. De Noether

\rightarrow Plus aussi simple le profil d'énergie E_{eff}

\rightarrow Théorème de la raquette de tennis : On a un solide qui a 3 différents moments d'inertie I dans les 3 directions de l'espace. Le théorème énonce que la rotation autour de son premier axe principale d'inertie et autour de son 3^{ème} axe principale d'inertie est stable mais que le 2nd est instable (**voir wikipédia**)

7) Comment déterminer E_{eff} et lien avec les relations de conservation ?

En appliquant l'équation d'Euler-Lagrange

8) Quelles sont les 3 causes de précession ?

* Le caractère non galiléen du référentiel d'étude ici R_t

* Le couple de pesanteur qui s'exerce sur le solide

* **l'asymétrie** du solide et non pas **l'indéformabilité du solide**.

Commentaires donnés par l'enseignant

Partie réservée au correcteur

Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.)

L'usage du vidéoprojecteur en soutien de l'exposé (par exemple pour l'introduction des angles d'Euler ou des résultats des simulations dans le cas de la toupie) était parfaitement justifié. Attention toutefois à ce qu'il ne se substitue pas à la leçon. J'ai parfois eu l'impression d'assister à un séminaire plus qu'à une leçon.

D'autre part, la durée de l'épreuve impose des choix dans les applications à traiter. Il faut impérativement recentrer la leçon sur un nombre plus restreint d'applications et les développer de façon beaucoup plus poussée.

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

S'il n'est pas question de les développer dans le cadre de la leçon, les notions de tenseur d'inertie et de moment d'inertie doivent être maîtrisées et manipulées convenablement lorsqu'elles sont utiles.

Moment cinétique et théorème du moment cinétique. Conditions d'application de ce dernier qui justifient (au moins en partie) le point choisi pour les calculs.

Approximation gyroscopique.

Moment magnétique et rapport gyromagnétique.

Notion de couple gyroscopique (qui s'illustre bien par des expériences et dont les effets se manifestent dans différentes situations : motos, dispositifs anti-roulis embarqués dans certains bateaux de plaisance etc).

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

Nombreuses expériences possibles dans cette leçon (à condition d'avoir le temps de les mener et de les exploiter) : toutes les expériences avec le gyroscope, expériences sur un tabouret, toupies...

Bibliographie conseillée