

LP 04 : Précession dans les domaines macroscopique et microscopique

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

Leçons 2020 annexes

- Effet gyroscopique

Ebauche de plan - Niveau : $\simeq$ L3

Introduction Gyropodes, segway, navigation, etc.

Prérequis

- Magnétostatique (moment magnétique)
- Physique du solide (Bour-Varignon entre autres) : TMC, moment d'inertie
- Lois de Kepler (si détail du périhélie)

1 Précession macroscopique - gyroscope

1.1 Position du problème

- Définition précession
- Présenter manip gyroscope (sur slide, vidéo et/ou en vrai véritable), et bien le définir
- Introduire angles d'Euler (slide)

1.2 Equation de précession

- Démonstration digeste (cf [1]), s'appuyer sur des slides
- aboutir à $\frac{d\vec{L}_0}{dt}|_{Ri} = \dot{\psi}\vec{e}_z \wedge \vec{L}_0$

1.3 Effets (à choisir parmi)

- Périhélie de Mercure (préparer quelques données)
- Précession des équinoxes [3]
- Ballon de rugby [2]

2 Précession microscopique

2.1 Précession de Larmor

- électron en mouvement autour de l'atome
- rapport gyromagnétique
- $\vec{\mu} = -\frac{q}{2m} \vec{L} = \gamma \vec{L}$
- $\frac{d\vec{\mu}}{dt} = -\gamma \vec{B} \wedge \vec{\mu}$
- $B = 1 \text{ T} \rightarrow \nu_L = \gamma B = 14 \text{ GHz}$

2.2 Effet Einstein-de Haas [4] (à éviter finalement !)

- Lien précession macro et micro
- $\overrightarrow{\mu_{mat}} = \Sigma \overrightarrow{\mu_{ato}} \neq 0$
- $\overrightarrow{L_{mat}} = \frac{\overrightarrow{\mu_{mat}}}{\gamma_0} \neq 0$ microscopique
- $\overrightarrow{L_{solide}} = I \cdot \vec{\omega}$ macroscopique
- TMC : $\frac{d\overrightarrow{L_{tot}}}{dt} = \overrightarrow{\mu_{mat}} \wedge \vec{B} = \vec{0}$ car $\vec{M}$ cherche à s'aligner sur $\vec{B} \Rightarrow \overrightarrow{L_{tot}} = \text{cste} \Rightarrow \overrightarrow{L_{solide}} = -\overrightarrow{L_{mat}} = -\frac{\overrightarrow{\mu_{mat}}}{\gamma_0}$
- Effet gyroscopique microscopique

2.3 RMN [2], [5], [6] et [7]

(à éviter si possible) Approche classique de la RMN dans le Pérez [2], peut être intégré niveau L2

Bibliographie : démonstrations et exemples

- 1 Boutigny, Méca 2
- 2 Pérez Mécanique
- 3 BFR Mécanique
- 4 Cagnac, Physique atomique 1
- 5 Dalibard
- 6 Le Bellac, Mécanique quantique
- 7 Cohen-Tanoudji, Mécanique quantique

Manipulations, ressources

- Gyroscope : mise en évidence de la précession
- vidéo roue de vélo (Gyroscopic Precession sur YT, chaîne Veritasium)
- Diapo Rebecca