

I) Pendules couplés

1) Présentation du système

manip en live : penser à équilibrer les pendules sinon ça change le système d'équations et il faut tenir compte du moment du poids

2) Mise en équation

3) Solution particulière : Modes propres

définition de modes propres => solutions harmoniques des équations du mouvement, elles sont indépendantes, en régime libre et compatible avec les conditions aux limites imposées au système

ici mise en équation du système sous forme matricielle, on diagonalise la matrice pour chercher les modes propres

=> pas mal comme méthode parce que c'est ce qu'on utilise en méca q

remarque : on a 2 oscillateurs donc 2 fréquences propres (a priori si on a N oscillateurs => N fréquences propres)

puis on cherche les vecteurs propres du système

on définit les vecteurs propres s et a qui correspondent aux modes symétriques et antisymétriques

Les modes propres sont excitables via certaines conditions initiales particulières

Après discussion sur les modes symétriques et antisymétriques on présente une solution générale (pour laquelle un angle est non nul à $t = 0$ et tout le reste est nul)

manip sur l'oscillo : on fait la FFT du signal

étude énergétique : on montre que l'énergie de chaque mode se conserve

II) Molécule d'ammoniac

1) Présentation du système

=> on revient sur pourquoi on peut considérer que la molécule d'ammoniac est un système à 2 niveaux

on prend le système à 2 niveaux comme déjà établi : on donne A

la présence du couplage A dégénère les niveaux d'énergie

2) Mise en équation

• Hamiltonien du système

on donne l'écriture de l'hamiltonien dans la base Ψ_g et Ψ_d

E_0 = énergie en absence de couplage

on constate que Ψ_g et Ψ_d ne sont pas états propres du système

on commence par chercher les états propres du système

=> analogie entre états propres du système en mécanique quantique et modes propres du système en mécanique classique (forment une base sur laquelle on peut décomposer les solutions du système)

• détermination des états propres du système

présentation de la droite avec états symétriques et antisymétriques => présentation des plans nodaux

• résolution du hamiltonien

Pour un état propre la probabilité se conserve au cours du temps (analogie avec la conservation de l'énergie d'un mode propre)

on constate que la molécule de l'ammoniac oscille entre ses états gauches et droits (oscillation de Rabi) à une fréquence de 24 GHz au même titre

CCL : rappels sur analogies et différences entre les deux systèmes étudiés

Biblio :

Badevin ?

Questions :

- mode antisymétrique : l'amplitude des battements diminue au cours du temps => frottements secs et fluides
- quels sont les paramètres qui jouent sur le couplage ? la nature du fil de torsion, le serrage, les conditions initiales, attention : la table bouge aussi ce qui joue dans le couplage
- fonctionnement du maser ? comment mettre le maser en équation ? approximation séculaire (on considère un système qui tourne très vite)

Remarques :

- rajouter une différence : dans un système quantique l'énergie est quantifiée
- modes propres => nombre infini dans un système classique ?
- mécanique quantique : différence => la mesure pour voir si le système est dans le mode propre
- analogie : les valeurs propres sont réelles dans tous les cas
- autre différence : levée de dégénérescence en mécanique quantique induite par le couplage de part et d'autre de E_0 => possible de s'y ramener en classique : on fixe un des pendules de façon à ce qu'il ne bouge pas
- couplage des pendules : une des 2 fréquences ne dépend pas du couplage => il s'agit du mouvement d'ensemble du système (le câble de torsion ne joue aucun rôle dans cette situation)
- analogie entre système à 2 niveaux et battements : tracer la probabilité des oscillations de Rabi en fonction du temps (2 sinusoides qui sont en opposition de phase)
- prendre en prérequis la molécule d'ammoniac
- rajouter : analogie et différence en classique et en quantique en absence de couplage => en absence de couplage gauche et droite sont les états propres de la molécule d'ammoniac
- battements : transfert d'énergie de la gauche vers la droite
- partie éventuelle sur les oscillations forcées

différences : réduction du paquet d'onde, différence fondamentale au moment de la mesure, on lève la dégénérescence de manière symétrique en quantique mais pas en classique (mais pas trop paquet d'onde)