

Commentaires/Liste de questions/Biblio LP40 - Confinement-Quantification de l'énergie

Prépa agreg ENS Paris-Saclay

1 Titres alternatifs/Proposition de plan

1.1 Titres alternatifs

- Confinement d'un système quantique - Applications
- Conséquences théoriques et pratiques du confinement quantique

1.2 Proposition de plan

Intro : Manifestation des aspects ondulatoires de la mq.
Dès lors qu'une particule est confinée dans une région de l'espace (fortement ou pas), son spectre devient discret.

I- Particule dans un puits de potentiel fini

- (a) Position du pb, comparaison avec une particule classique
- (b) Solution de l'équation de Schrödinger
- (c) Quantification de l'énergie des états liés
- (d) Point quantique

II- Atome d'hydrogène

- (a) Position du problème, piégeage par un potentiel de portée infinie
- (b) Solution pour la fonction d'onde, quantification de l'énergie

III- Oscillateur harmonique

- (a) Modèle
- (b) ddl de vibration, développement autour d'une position d'équilibre
- (c) Champ électromagnétique en cavité

Ouverture vers d'autres applications, atomes pluriélectronique, interaction atome-champ en cavité QED

2 Biblio

- Mécanique quantique, Texier
- Le Bellac
- Cohen
- Fox, Quantum optics
- Gerry and Knight, quantum optics
- Basdevant : problèmes quantiques
- Dalibard basdevant, mq
- Haroche-Raymond

3 Commentaires et questions

3.1 Commentaires sur la présentation

- Bonne présentation, dynamique
- Calculs inutiles évités, ce qui est une bonne idée (on peut assez vite dériver vers un catalogue de solutions associés aux potentiels type puits... Ce qui n'est pas très intéressant) : une bonne idée pour cette leçon est de présenter un calcul simple de façon détaillée, et de donner les résultats nécessaires pour les autres cas sans les décrire outre mesure.
- L'expérience introductive est bien choisie, et bien exploitée. Terminer en revenant dessus est une manière élégante de conclure.
- La présentation a montré une certaine volonté de se raccrocher à des ordres de grandeur, ce qui est bien sûr toujours bon à prendre.
- Ce n'est pas parce que le potentiel est stationnaire que l'on doit se contenter des solutions stationnaires. L'évolution dans le temps peut avoir son intérêt, et elle se calcule assez bien en se décomposant sur les états propres.
- Le potentiel décrivant l'interaction noyau/électron n'est pas le potentiel de Lennard-Jones.

3.2 Liste de questions

Toutes n'ont pas été posées, mais je les inclus pour vous donner plus d'idées en cas de besoin.

1. Analogie avec une onde en cavité?
2. Comment généraliser les résultats pour l'atome aux solides? Conséquences?
3. Pour les nanostructures, comment les crée-t-on? Grilles électrostatiques, nanostructuration, croissance
4. Quel intérêt ont lesdites nanostructures dans le traitement quantique de l'information?
5. Passage d'un état lié à un état de diffusion?
6. Est-ce qu'un système quantique a forcément des énergies quantifiées?

7. À l'inverse, n'y a-t-il que des états confinés qui ont un spectre discret? Si on écarte les états orbitaux, on peut songer au spin
8. Est-ce que le cas de l'oscillateur harmonique fait partie des exemples envisageables?
9. Corrections relativistes au spectre de l'atome d'hydrogène? Développement en puissances de $1/C$ dans l'expression relativiste de l'énergie, atome de Dirac, cf. Texier par exemple
10. Qu'est-ce que l'effet Zeemann?
11. autre type de système ayant un spectre du type hydrogène?
12. Comportement semi-classique de l'orbite d'un électron?
13. Principe de correspondance? théorème d'Ehrenfest?
14. Effet des interactions sur les états accessibles dans une boîte quantique? Utilisation?
15. En quoi le modèle de Bohr est-il incompatible avec les relations d'incertitude de Heisenberg? Énergie et position définies...
16. Comparaison entre les comportements classique et quantique? Comment s'effectue le passage de l'un à l'autre? Qu'est-ce que la décohérence?
17. Dans l'espace libre, pourquoi les ondes planes sont-elles les bonnes solutions à considérer? Ce sont celles qui respectent l'invariance par translation. Noether \Rightarrow impulsion conservée, ce qui signifie que l'impulsion est un bon nombre quantique, les solutions stationnaires de l'équation de Schrödinger et les énergies associées doivent donc dépendre de \vec{k} .
18. Quel est l'intérêt d'avoir un écart non constant entre niveaux?