
MÉCANIQUE QUANTIQUE-I : Programme 2009-2010

1 Rappels

1.1 L'oscillateur harmonique - états cohérents

Introduction physique.
Résolution polynômiale (polynômes d'Hermite).
Méthode (algébrique) de Dirac (créateurs, annihilateurs).
États cohérents.

1.2 La particule libre - paquet d'ondes gaussien

Cas 1-D : solution générale de l'éq. de Schrödinger libre.
Paquet d'ondes et son étalement.
Comparaison avec état cohérent de type gaussien.

2 Rappels de Mécanique Ondulatoire : la particule quantique galiléenne

Représentation unitaire du groupe de Galilée.
Observables "position" et "impulsion" et les opérateurs de position $\vec{q}$ et d'impulsion $\vec{p}$.
Transformation de Fourier : une transformation unitaire sur l'espace des fonctions-test à décroissance rapide.
Règles de commutation de Weyl - Règles de commutation de Heisenberg.
 $\vec{p}$ et $\vec{q}$: générateurs de translations
Évolution réversible : l'éq. de Schrödinger
Covariance de Galilée et forme générale de l'Hamiltonien.
Invariance de jauge - Effet Bohm-Aharonov

3 Le modèle de la particule de spin $\frac{1}{2}$

3.1 Expérience de Stern-Gerlach-I : le spin $\frac{1}{2}$

Moment magnétique atomique et facteur gyromagnétique
Précession de Larmor

3.2 Le modèle du spin $\frac{1}{2}$

Le modèle hilbertien
Observable de spin et rotations
Matrices de Pauli
Évolution = équation de Pauli

3.3 Expérience de Stern-Gerlach-II : couplage espace/spin $\frac{1}{2}$

la particule de spin $\frac{1}{2}$

Liens modèle et expérience

3.4 Interférométrie à neutrons : faire tourner le spin

Une belle expérience de l'action des rotations : la représentation spinorielle

Les rotations d'espace $SO(3)$ et le groupe $SU(2)$.

Représentations scalaire, vectorielle et spinorielle.

4 Action des rotations d'espace : la théorie générale du moment angulaire.

Générateurs des rotations : addition de moments angulaires, $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$.

Algèbre de Lie du moment angulaire (générateurs) : Relations de commutation.

Valeurs entières et demi-entières.

4.1 Addition de moments angulaires

Moment angulaire total : diagonalisation simultanée de J^2 et J_z .

Les coefficients de Clebsch-Gordan : lecture de la table

L'atome H.

Théorème de Wigner-Eckart et règles de sélection.

Applications en physique des particules : Isospin

5 Le spin et les particules identiques : fermions et bosons

Une idée du théorème spin-statistique

Le concept de "force d'échange"

La table périodique des éléments