

Physique / Mécanique quantique

Responsable : O. Legrand

Semestre : 5

Programme détaillé :

- 1. Introduction à la mécanique quantique** : Introduction et Non-déterminisme de mécanique quantique
- 2. Les impasses de la physique classique** : a. Rayonnement du corps noir, b. L'effet photoélectrique, c. Une nouvelle constante fondamentale : la constance de Planck, d. Stabilité et spectre des atomes (Modèle de Rutherford - Spectre de raies et modèle de Bohr)
- 3. Dualité onde – particule** : au-delà du photon : a. Diffraction des électrons – Fentes d'Young, b. Relation de de Broglie
- 4. Les postulats de la physique quantique**: a. Le concept de fonction d'onde, b. Interprétation probabiliste de la fonction d'onde : Normalisation - Probabilités, c. Quantités physiques et Observables, d. Principe de superposition : application aux fentes doubles
- 5. L'équation d'onde de Schrödinger** : a. Construction de l'équation d'onde, b. Densité et courant de probabilité, c. L'équation de Schrödinger indépendante du temps, d. Etats stationnaires
- 6. Le puits infini quantique** : a. Solution de l'équation de Schrödinger, b. Energies propres & normalisation
- 7. Potentiels constants par morceaux** : a. Continuité de la solution de l'équation de Schrödinger, b. Etats liés et états de diffusion (puits et marche de potentiel), c. Barrière de potentiel et effet tunnel
- 8. Inégalités de Heisenberg** : a. Opérateurs x and p , b. Valeurs moyennes, c. Inégalité de Heisenberg spatiale, d. Inégalité de Heisenberg temporelle
- 9. Espace de Hilbert & Observables** : a. Vecteurs d'état, b. Produit scalaire, c. Opérateurs linéaires, d. Projecteurs et notation de Dirac, e. Décomposition spectrale
- 10. Postulats du formalisme quantique** : a. Préparation et test d'un état physique, b. Propriétés physiques et mesures, c. Evolution temporelle : opérateur Hamiltonien, états stationnaires, d. Systèmes à deux niveaux
- 11. Spin 1/2**: a. Moment magnétique d'un électron, b. Le spin 1/2, c. Les matrices de Pauli, d. Commutateurs des spins, e. L'expérience de Stern-Gerlach
- 12. Intrication et inégalités de Bell** : a. Structure générale de l'espace des états, intrication, b. L'exemple du couplage de deux moments cinétiques: système de deux spins 1/2 et application à l'information quantique, cas général, c. Paradoxe EPR et inégalités de Bell

Travaux Pratiques

1) TP effet photo-électrique :

- Étude du rayonnement du corps noir. Validation des lois de Wien et Stefan
- Étude de l'émission de l'atome d'argent. Mesure de la constante de Planck

2) TP atome :

- Expérience de Franck-Hertz. Observation de la distribution discrète des états d'énergie atomique
- Étude du rayonnement de l'hydrogène. Observation de la distribution discrète des états d'énergie atomique

Bibliographie conseillée :