

Pourquoi étudier la mécanique quantique?

Pierre Vanhove

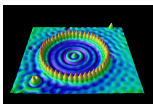


Mécanique quantique (PHY 311)

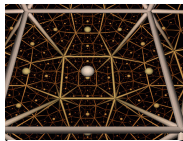
La mécanique quantique

- régit la physique de notre univers
 - ▶ physique atomiques et subatomique
 - ▶ stabilité de la matière, étoiles à neutrons et naines blanches
 - ▶ joue un rôle important au sein des trous noirs et juste après le Big Bang
 - ▶ formalisme fondamental des théories d'unification : la théorie des cordes = infinité d'oscillateurs harmoniques
- est à l'origine de développements technologiques importants : électronique, horloge atomiques, ...
- fournit des développements importants en mathématiques pures : géométrie non-commutative (Alain Connes)
- donne un point de vue philosophique nouveau sur le monde physique et notre relation à l'expérience

Site web : <http://www.toutestquantique.fr/>



mécanique quantique



Gravité Quantique



Théorie d'unification :
théorie des cordes, théorie M, ...

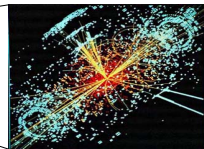
\hbar

G

$1/c$



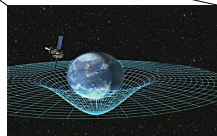
Loi de la gravitation
universelle de Newton



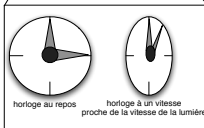
Théorie quantique des champs
Simulation d'un événement de
production du Higgs au CERN



Physique Classique :
Les déviations du pendule de Foucault
montrent la rotation de la Terre



La théorie de la gravitation d'Einstein
donne une description géométrique
dynamique de l'espace-temps



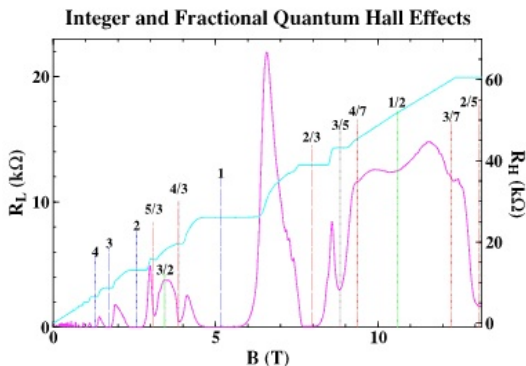
relativité restreinte:
unifie le temps et l'espace. Le temps se dilate pour les objets
en mouvement.
L'énergie et la masse selon équivalent selon la formule $E=mc^2$

Des effets macroscopiques

- superconductivité
 - ▶ à basse température : découverte en 1911 et comprise en 1957 par J. Bardeen, L. Cooper et J. Schrieffer (prix Nobel de physique en 1957)
 - ▶ à haute température : découverte en 1986, toujours incomprise
- superfluidité : proposé en 1937 par Piotr Kapitsa. découverte expérimentale dans l'hélium 3 par D. Osheroff, D. M. Lee et R. C. Richardson. Prix nobel en 1996.
- Condensation de Bose-Einstein : prédite en 1925 par A. Einstein suite aux travaux de Bose. Découverte expérimentale en 1995 par P. Kapitsa, J. Allen et D. Misener. Prix nobel de physique 2001 pour le premier condensat gazeux.

Comportements suprenant

Les particules élémentaires peuvent avoir des comportements quantiques surprenants :



Charge électrique effective fractionnaire dans l'effet Hall quantique fractionnaire : $e^2/h = 1/3, 2/5, 3/7, \dots$

Métrologie

La mécanique quantique permet de définir des constantes fondamentales

- ▶ Horloges atomiques définissent la seconde et la valeur de la vitesse de la lumière $c = 299\,792\,458\text{m/s}$
- ▶ Effet hall quantique sert à définir une référence standard de résistance électrique : la résistance du premier plateau de l'effet Hall quantifié donne $R_K = h/e^2 = 25\,812.807\,\Omega$.
- ▶ Certains espèrent ainsi définir le kilogramme remplaçant l'étalon composé de 90% de platine et 10% d'iridium préservé à Paris.