

des RPC. Les problèmes immédiats ont été résolus, mais des études plus systématiques sont nécessaires. Un consensus s'est dégagé pour affirmer qu'une "nouvelle génération" de RPC (nouveaux fréons, électronique frontale nouvelle) pourra fonctionner à pleine efficacité dans les flux intenses prévus au LHC du CERN.

L'Institut national de physique nucléaire (INFN) local, l'Université de Pavie et la Fondation Fulbright ont parrainé l'atelier.

Par Sergio Ratti, Pavie

MECANIQUE QUANTIQUE

Le réel rejoint le virtuel

Depuis l'époque de l'élaboration de la mécanique quantique dans les années 20 en tant que description ultime des objets microscopiques, de grands esprits n'ont cessé de se torturer devant les déconcertantes énigmes qui semblent surgir lorsqu'il s'agit de concilier les phénomènes quantiques et la réalité quotidienne. Cependant les physiciens qui jour après jour se nourrissent de mécanique quantique assimilent ces scrupules à un masochisme intellectuel inutile. Ils font remarquer que les dilemmes apparaissent lorsqu'on impose sur un phénomène quantique des idées ou des préjugés extérieurs à la mécanique quantique.

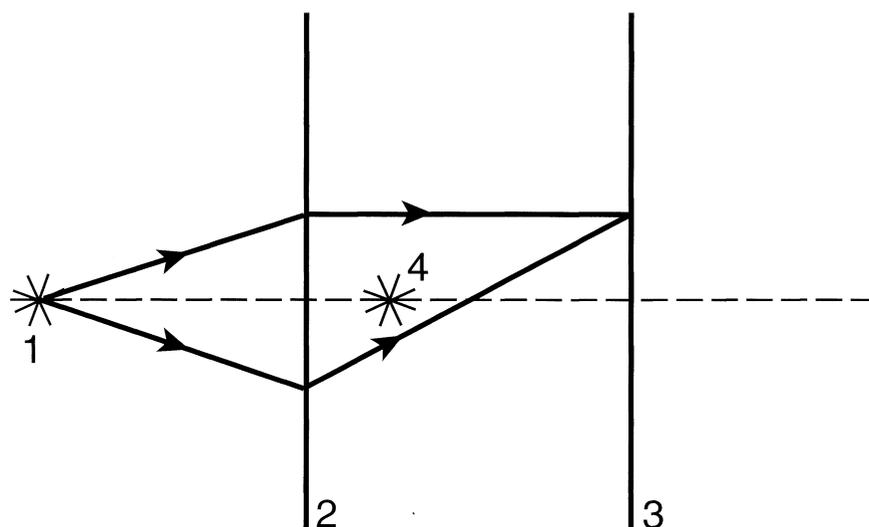
Le comportement d'un quantum individuel étant difficile à suivre, on doit souvent en physique quantique se satisfaire d'expériences imaginaires inventées par des sommités telles que Werner Heisenberg ou Richard Feynman. Récemment une nouvelle

expérience délicate effectuée par une équipe MIT/Innsbruck à l'aide d'un interféromètre atomique a clairement démontré la validité de ces classiques expériences de pensée.

L'exemple même d'un dilemme quantique est celui que présente un faisceau d'électrons – des particules – traversant deux fentes voisines distinctes. Un écran, de l'autre côté des fentes, laisse alors apparaître les bandes caractéristiques de la diffraction des électrons. En certains endroits de l'écran les électrons sont nombreux tandis qu'ailleurs ils sont absents: l'écran y est "noir". A l'emplacement de ces bandes noires, la fermeture de l'une des fentes augmente le nombre d'électrons empruntant l'autre fente.

Les électrons se comportent clairement comme des ondes. Mais les électrons sont des particules et de ce point de vue un électron doit traverser une fente ou l'autre, mais pas les deux. Comment peut-on concilier cette idée avec le phénomène ondulatoire observé?

Dans son célèbre manuel "Cours de physique de Feynman", Richard Feynman conclut: les électrons arrivent par paquets, comme des particules, et la probabilité d'arrivée de ces paquets est équivalente à la distribution d'inten-



L'expérience quantique fondamentale. Les électrons provenant d'une source (1) traversent un système de deux fentes (2) et forment une figure de diffraction sur un écran (3). L'introduction d'une source lumineuse (4) permet de savoir laquelle des deux fentes un électron particulier a empruntée.

sité d'une onde. C'est en ce sens qu'un électron se comporte "parfois comme une particule et parfois comme une onde". Cependant c'est lorsque ce comportement ondulatoire est mis à l'épreuve que les "problèmes" surgissent. Feynman avait proposé une expérience imaginaire, une source de lumière étant placée de l'autre côté (côté écran) des deux fentes à égales distances de celles-ci. Les électrons réfléchissent la lumière et dans ce cas les éclairs réfléchis montrent quelle fente l'électron a empruntée. Le repérage du passage des électrons individuels de cette manière montrerait clairement qu'ils passent par l'une ou l'autre fente. La fermeture d'une fente ne favorise pas le passage par l'autre. Le comportement ondulatoire disparaît lorsque l'on ajoute une source de lumière pour tenter de suivre les électrons. Comment?

C'est un autre exemple du célèbre principe d'incertitude de Heisenberg: le simple fait de tenter d'observer ce qui se passe agit sur le phénomène.

Dans la nouvelle expérience MIT/ Innsbruck, les photons individuels (issus d'atomes excités par laser) rebondissent sur les atomes de sodium lorsqu'ils traversent les fentes. Les expérimentateurs observent clairement un changement dans les bandes de diffraction, le contraste entre elles diminue lorsque la distance entre les deux chemins possibles pour les atomes augmente. Comme le prévoit Feynman, la figure de diffraction perd progressivement son caractère ondulatoire.

Cependant lorsque l'écartement entre les deux chemins possibles pour les atomes diminue, il devient suffisamment court (environ la moitié de la longueur d'onde des photons de la source lumineuse) pour que les résultats des réflexions ne permettent plus de distinguer lequel des deux trajets l'atome a suivi. Lorsque la certitude artificiellement introduite disparaît, le caractère ondulatoire de la figure retrouve sa validité.

Référence

M.S. Chapman et coll. Physical Review Letters, Vol. 75, p. 3783 (1995).

Correspondants extérieurs

Argonne, Laboratoire national, (USA)
D. Ayers

Brookhaven, Laboratoire national, (USA)
P. Yamin

CEBAF Laboratoire, (USA)
S. Corneliussen

Cornell Université, (USA)
D. G. Cassel

DESY Laboratoire, (D)
P. Waloschek

Fermi, Laboratoire de l'accélérateur, national (USA)
J. Cooper, J. Holt

GSI Darmstadt, (D)
G. Siegert

INFN, (Italie)
A. Pascolini

IHEP, Beijing, (Chine)
Qi Nading

JINR Dubna, (CEI)
B. Starchenko

KEK, Laboratoire national, (Japon)
S. Iwata

Lawrence Berkeley Laboratoire, (USA)
B. Feinberg

Los Alamos, Laboratoire national, (USA)
C. Hoffmann

Novosibirsk, Institut, (CEI)
S. Eidelman

Orsay Laboratoire, (France)
Anne-Marie Lutz

PSI Laboratoire, (CH)
R. Frosch

Rutherford Appleton Laboratoire, (RU)
Jacky Hutchinson

Saclay Laboratoire, (France)
Elisabeth Locci

IHEP, Serpukhov, (CEI)
Yu. Ryabov

Stanford, Centre de l'accélérateur linéaire, (USA)
M. Riordan

TRIUMF Laboratoire, (Canada)
M. K. Craddock