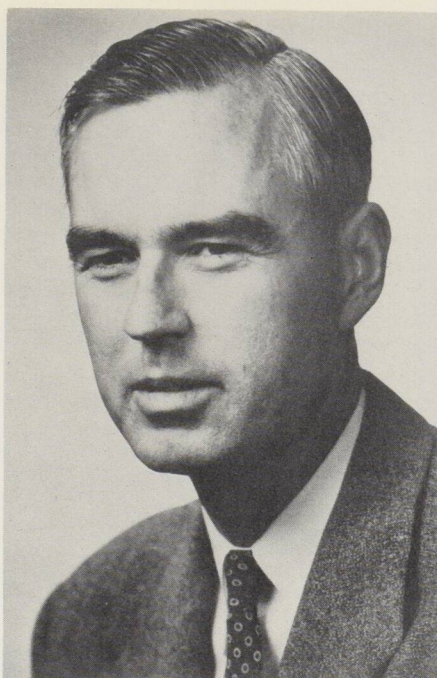


The experimental physicist Willis E. Lamb Jr. was born in Los Angeles in 1913. His extremely accurate measurements on a small shift in the spectrum of hydrogen, the "Lamb shift", earned him the Nobel Prize for physics in 1955, and stimulated theoretical research on the reaction of matter and radiation.



AIP Neils Bohr Library

Le physicien expérimental Willis E. Lamb Jr est né à Los Angeles, en 1913. Ses mesures extrêmement précises d'un petit décalage, dans le spectre de l'hydrogène, appelé "le décalage de Lamb" lui ont valu le Prix Nobel de physique en 1955 et ont stimulé la recherche théorique sur les réactions de la matière soumise à des radiations.

En ajoutant, ou en retranchant, des radiations micro-ondes sur la fréquence unique du laser, le Dr Oka a pu obtenir une source de radiations possédant à la fois des avantages de celles du laser et qui a en même temps la souplesse d'une source à fréquences variables. Au cours d'une expérience type, les deux radiations entrent dans une cellule d'absorption contenant un échantillon de la molécule à l'état gazeux. L'appareil à micro-ondes est alors réglé jusqu'au moment où les radiations résultantes sont exactement celles dont il faut disposer pour déclencher une transition moléculaire.

Puisque toutes les radiations sont présentes sous la forme d'unités discrètes d'énergie appelées photons, la technique est connue sous le nom de spectroscopie à deux photons. Pour que l'excitation ait lieu, la molécule doit absorber un photon du laser et un photon de la source de micro-ondes. A l'aide de cette technique, le Dr Oka peut étendre l'étude des spectres infrarouges non seulement en raison de la précision plus grande de ses mesures mais aussi grâce à une détection des transitions qui n'avaient pu être observées jusqu'à maintenant. En fait, l'instrument qui a été construit par le Dr Oka et le Dr S.M. Freund, boursier postdoctorat, a atteint immédiatement une limite qui semble avoir été fixée par la nature elle-même, c'est-à-dire la largeur de la raie spectrale.

Les transitions qui apparaissent comme des raies bien nettes en spectroscopie traditionnelle apparaissent maintenant comme ayant une largeur finie grâce au spectroscopie du Dr. Oka. Puisque le spectroscopie à deux photons permet de faire des lectures qui sont plus précises de plusieurs ordres de grandeur que la largeur de ces "raies" spectrales, il devient important de triompher du problème de l'incertitude de la fréquence des transitions. Le problème des largeurs des raies est posé aux spectroscopistes travaillant dans d'autres régions du spectre et sa cause majeure est connue sous le nom d'élargissement de Doppler. La solution, qui implique ce qui est connu sous le nom de méthode de la pointe inversée de Lamb, a obligé le Dr Oka à modifier encore son appareil.

Au début du dernier siècle, le physicien Christian Johann Doppler a fait remarquer que la fréquence des radiations recues par un corps en mouvement dépend de la vitesse de

ce corps par rapport à la source. Comme exemple de ce décalage de la fréquence, appelé aussi "effet Doppler", on cite le cas de l'observateur qui entend un train arriver, passer et s'éloigner en sifflant. Cet observateur a l'impression que le sifflement change de fréquence avec le temps alors que, en réalité, la fréquence ne change pas. Un effet semblable existe en spectroscopie puisque les molécules de gaz étudiées sont en mouvement chaotique constant et que chacune d'elles change légèrement de fréquence. L'effet qui en résulte est la production d'un spectre d'absorption pour lequel l'absorption se produit sur une bande de fréquences plutôt que sur une raie sans épaisseur. La modification, qui permet au Dr Oka de triompher du problème créé par le manque de netteté de la fréquence, permet aux radiations de frapper les molécules de deux côtés opposés à la fois. Grâce à un tel montage, les molécules en mouvement subissent une augmentation de la fréquence des radiations venant d'une direction et une diminution de la fréquence des radiations venant de la direction opposée. L'effet net est d'annuler le signal sauf dans les cas où la molécule ne subit pas de décalage Doppler. Cette technique de la pointe inversée de Lamb augmente la précision des mesures du Dr Oka et, nous a-t-il dit, "la combinaison de la spectroscopie à deux photons avec la technique de Lamb a permis d'améliorer la précision de la spectroscopie en infrarouge de plus de cent fois et, si nous essayons encore de perfectionner l'appareil, nous obtiendrons une amélioration encore beaucoup plus grande".

A l'aide de ces techniques, le Dr Oka s'est livré à une étude étendue du spectre infrarouge de l'ammoniaque (NH_3), du fluorure de méthyle (CH_3F) et de la phosphine (PH_3), qui donne des renseignements précis sur leur comportement vibrationnel. En plus d'avoir obtenu des données plus précises, il a pu faire des observations de transitions jusqu'ici non observées. Il y a des transitions qui ne sont pas observées si l'on utilise la spectroscopie ordinaire à photon unique car elles sont interdites du fait des contraintes de la symétrie moléculaire. L'absorption de deux photons au cours d'un processus d'excitation, toutefois, permet de rendre la chose possible tout en donnant des informations nouvelles sur les excitations moléculaires.