

UNE HORLOGE POUR L'UNIVERS

Jun Ye – Vraiment, ce qui me stimule pour venir tous les jours au labo, c'est de repousser les frontières des interactions entre lumière et matière, comment nous pouvons maîtriser ces nouvelles frontières, repousser les limites de la physique fondamentale, tant pour certaines questions fondamentales que dans la quête d'une nouvelle physique, et aussi pour rechercher comment la complexité émerge d'un comportement tout à fait normal d'atomes et de molécules mis ensemble, soudain vous voyez en surgir des phénomènes très complexes... Par exemple, nous refroidissons au laser des atomes à des températures très, très basses, où ils bougent à environ un millionième de la température ambiante, et nous plaçons ces atomes, des milliers de ces atomes, dans des pièges optiques arrangés dans un ordre périodique, que nous appelons un réseau optique. Nous plaçons ces atomes un par un dans ces pièges optiques individuels, d'une manière qui peut être très ordonnée, avec très peu d'entropie dans le système, et nous pouvons contrôler extrêmement bien l'état quantique de ces atomes, de telle manière que lorsque nous faisons des mesures sur une horloge atomique en essayant de déterminer la période orbitale d'électrons tournant autour des noyaux, nous prenons soin de nous assurer, pour chaque atome que nous examinons, que les informations fournies par ces atomes sont limitées par les seules lois de la mécanique quantique et non par un quelconque bruit technique. Une fois cela fait, nous pouvons aussi examiner un grand nombre d'atomes en parallèle, ce qui nous permet de gagner beaucoup en force du signal. Et au fur et à mesure que la précision progresse, quand il devient très délicat de décider où rajouter davantage d'atomes dans le système, leur interaction peut être très faible. Et dans notre cas, elle se transforme en interaction forte, pour une bonne raison, c'est qu'en faisant des mesures d'une aussi magnifique précision, d'où l'on a éliminé tout le bruit de fond, lorsque les atomes commencent à interagir entre eux, ils peuvent devenir un problème systémique pour notre horloge.

J'ai coutume d'utiliser cette analogie que lorsqu'une toute petite fleur pousse au milieu d'une herbe très haute, on ne peut pas voir la fleur, sauf si elle pousse assez haut pour qu'on puisse l'admirer ou bien si l'on coupe l'herbe pour en faire un gazon vraiment impeccable et soudain une toute petite fleur s'y détache, c'est de la très belle physique que vous regardez. Et donc d'un côté nous tentons de pousser la précision de nos mesures d'un facteur 10, dans le but d'éplucher une couche de plus à la Nature. D'un autre côté, voici qu'une physique inattendue apparaît en tant que problème, un problème en ce sens qu'elle risque de limiter la précision de nos horloges ! Mais pour d'autres gens, comme certains physiciens de la matière condensée, c'est en fait un phénomène très intéressant, le fait que des atomes interagissent entre eux, parce que brusquement leur bruit de fond devient corrélé et que cela les relie à la

physique quantique. Donc voici une expérience où d'un côté nous améliorons la précision des mesures, et de l'autre côté on peut en faire de la recherche sur les matériaux avancés. Mais de plus il y a un tas de mystères dans l'Univers, comme l'existence de la matière noire, l'énergie noire, l'asymétrie fondamentale entre matière et antimatière. Donc si nous arrivons à construire le plus avancé, le plus sensible des instruments et qu'on le laisse là-haut, en orbite dans l'espace et s'il est capable d'entendre si ce sont des ondes gravitationnelles ou de la matière qui le traversent, au beau milieu de l'Univers, que nous sommes à même de détecter, puisque nos atomes seront sensibles aux plus minuscules modifications dans la trame de l'espace-temps, ou l'existence de la matière noire, eh bien nous aurons là un instrument dont l'extrême sensibilité nous permettra de tenter de résoudre quelques-unes des questions qui sont actuellement en suspens.

04min 02sec