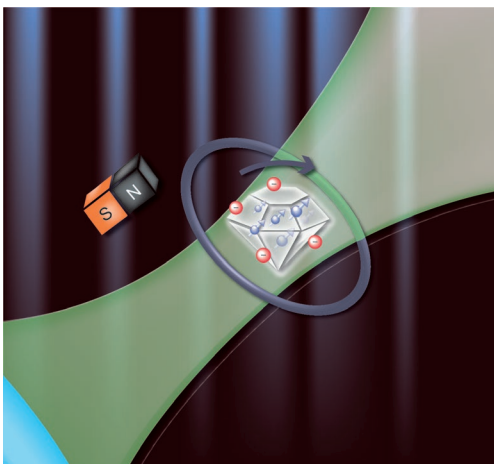


Refroidir le mouvement d'un diamant en lévitation grâce à son magnétisme

Des physiciens ont pour la première fois utilisé le magnétisme quantique d'un microdiamant en lévitation pour contrôler son mouvement et le refroidir.

Observer le régime quantique d'un oscillateur mécanique macroscopique, c'est depuis une dizaine d'années l'objectif des physiciens qui étudient la frontière entre les mondes classiques et quantiques. L'une des voies privilégiées consiste à chercher à ralentir le mouvement d'une microparticule piégée. Jusqu'à présent, ce sont des faisceaux laser qui étaient utilisés à cet effet, avec la difficulté d'éviter le chauffage dû à ces mêmes faisceaux. Pour la première fois, des physiciens du Laboratoire de physique de l'ENS (LPENS, CNRS/ENS/Sorbonne Univ./Univ. de Paris) viennent de mettre en œuvre une approche alternative : agir sur le mouvement d'un microdiamant en lévitation dans un piège électrostatique en utilisant le magnétisme dû à quelques milliards de défauts cristallins. Ils ont notamment démontré qu'il est possible de refroidir le mouvement du diamant induit par les collisions avec les molécules d'air qui l'entoure. Ce résultat, publié dans la revue *Nature* marque une étape importante sur la route vers des tests fondamentaux de la physique quantique.

Dans le diamant, les électrons localisés sur des défauts cristallins particuliers du diamant, les centres NV, sont suffisamment isolés de leur environnement pour émettre une manipulation efficace de l'état quantique de leur magnétisme. En principe, un seul de ces aimants quantiques pourrait permettre d'influencer le mouvement d'un objet macroscopique, créant un pont entre monde quantique et monde classique. Cependant, la réalisation d'un tel processus est un formidable challenge expérimental. Pour avancer vers cette voie, les physiciens ont tout d'abord mis au point un piège électrostatique, permettant de faire léviter des diamants d'une taille d'environ 10 micromètres. Une fois un diamant piégé, le spin des quelques milliards de centres NV contenus dans le diamant est maintenu dans un état non magnétique en illuminant le diamant avec un laser vert. L'application d'un champ micro-onde à une fréquence bien précise permet alors de magnétiser ces électrons. Telles de petites boussoles, les centres NV cherchent alors à s'aligner avec le champ magnétique généré par un aimant placé à proximité du piège, exerçant un couple sur le diamant et un changement de son orientation. Une lecture optique de l'orientation du diamant a permis aux chercheurs d'observer ce mécanisme, démontrant ainsi la possibilité d'agir sur le mouvement du diamant en manipulant le spin des centres NV. Il a de plus été possible d'exploiter la dynamique de la magnétisation des centres NV couplée à celle de l'orientation du diamant pour créer une force visqueuse permettant de refroidir le mouvement angulaire du diamant. Les physiciens ont ainsi réduit la température du mouvement du diamant à 80 kelvins, alors que le gaz environnant, à une pression de 1 millième de la pression atmosphérique, était à température ambiante, c'est à dire 300 kelvin.



Diamant en lévitation au centre d'une boucle métallique. L'orientation du diamant est contrôlée par un aimant et un laser qui agissent sur les spins à l'intérieur du diamant.

© LPENS (CNRS/ENS/Sorbonne Université/Université de Paris)

Bibliographie

Spin-cooling of the motion of a trapped diamond. T. Delord, P. Huillery, L. Nicolas, G. Hétet, *Nature*, le 23 mars 2020.

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2133-z>

Article disponible sur les bases d'archives ouvertes [arXiv](#) et [HAL](#).

Contacts

Gabriel Hetet | Maître de recherche à l'École Normale Supérieure | LPENS | gabriel.hetet@ens.fr

Communication CNRS-INP | inp.com@cnrs.fr

