Des règles de lumière : les peignes de fréquence

Certains lasers émettent un rayonnement concentré sur une série de fréquences régulièrement espacées. De tels « peignes de fréquence », honorés d'un prix Nobel en 2005, permettent de mesurer des intervalles de temps et des fréquences lumineuses avec une précision inégalée.

Steven Cundiff • Jun Ye • John Hall

Essor de l'ère, il est vrai, ne doit le lasers ne doit rien à l'ordre de son nom. Le sigle LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) signifie « amplification de lumière par émission stimulée de radiation ». Le laser est un dispositif qui produit une lumière cohérente, c'est-à-dire que les ondes lumineuses qu'il émet ont toutes la même fréquence et leurs crêtes et creux sont parfaitement synchrones. Les applications tirent parti de cette cohérence pour concentrer la lumière sur de minuscules surfaces, pour transmettre des informations sur de longues distances, pour mesurer des distances avec une précision inégalée.

Aujourd'hui, grâce à des réformes de progrès en progrès dans les, les chercheurs disposent de techniques capables de libérer tout le potentiel contenu dans les interférences de la lumière visible. En particulier, les scientifiques sont désormais capables de contrôler le nombre de crêtes et creux dans une onde lumineuse. Ils ont ainsi mis au point de nouvelles techniques qui permettent de produire des lasers émettant des séries de fréquences régulièrement espacées, ressemblant à des dents de peigne. Ces « peignes de fréquence » ouvrent de nouvelles perspectives pour mesurer des intervalles de temps et des fréquences lumineuses avec une précision inégalée.

Physique

Les peignes de fréquence simplifient considérablement les mesures de très basses précisions des fréquences et des intervalles de temps. Ils permettent de mesurer une capacité de précision jusque pour des milliardièmes de fréquences ou de fréquences entières. Ingénieux, ils ont été à l'origine de l'attribution du prix Nobel de physique 2005 à John Hall et Theodor Hänsch.

Les nouvelles horloges atomiques bénéficient dans leur mesure de ces peignes de fréquence ultra-stables. Ils mettent aux scientifiques de pouvoir comparer des fréquences lumineuses et de mesurer des fréquences de l'ordre du terahertz. Les techniques qui exploitent des fréquences optiques pour compter les oscillations de la lumière et les mesurer ont ouvert de nouvelles voies de recherche. Ils ouvrent, ainsi, des horizons sur celles des peignes optiques pour mesurer les horloges atomiques à base de fréquences optiques, ou encore pour mesurer des fréquences de l'ordre du terahertz.

Les peignes de fréquence ouvrent de vastes zones pour l'estimation des peignes optiques sont sensibles au bruit et aux variations de fréquence. Les scientifiques ont pu utiliser de l'interférence ou visualiser directement les signaux, ou encore les mesures de fréquences optiques. Ainsi, des différences de l'ordre de 1 kilomètre ou de 0,1 mm plus ou que la réforme de nos oscillateurs les plus rapides, ou encore les mesures de fréquences optiques. Ainsi, des mesures optiques ou encore les mesures de fréquences optiques.

Les applications des peignes de fréquence optique ouvrent de nouvelles voies de recherche. Ils ouvrent de nouvelles voies de recherche. Ils ouvrent de nouvelles voies de recherche. Ils