

La photonique et les prix Nobel

La photonique est le domaine des sciences et des technologies liées à la lumière, l'accent étant mis sur les applications.

Ce terme est utilisé depuis le milieu des années 1970.



Rayon laser vert

La photonique est au cœur des technologies de génération de lumière, de transmission, d'amplification, de modulation et de détection de la lumière, et en particulier d'utilisation de la lumière à des fins pratiques.

Il y a une analogie avec l'électronique: tout comme l'électronique utilise des électrons, la photonique fonctionne à partir des grains de lumière, que Einstein appelait « quanta de lumière », nous les appelons aujourd'hui « *photons* »

La photonique est considérée comme l'une des technologies clés du 21ème siècle.

Elle complète l'électronique sous la forme d'optoélectronique (optronique) et présente une forte croissance du marché, qui

devrait se poursuivre dans l'avenir.

Elle joue un rôle important dans l'innovation dans un nombre croissant de domaines. Ses applications s'étendent à plusieurs secteurs: des communications de données optiques à l'imagerie, à l'éclairage et aux écrans; du secteur manufacturier aux sciences de la vie, soins de santé, sécurité et sûreté.



Panneaux solaires

La photonique propose des solutions nouvelles et uniques dans lesquelles les technologies conventionnelles actuelles approchent de leurs limites en termes de vitesse, de capacité et de précision. Son impact dans notre vie quotidienne est remarquable et présente des opportunités de croissance énormes.

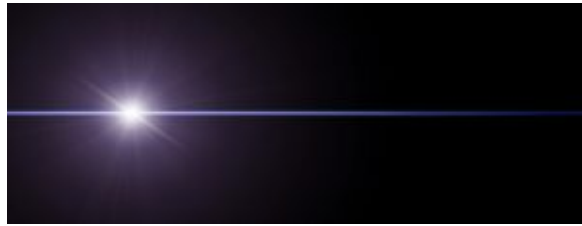
Le Laser génère de la lumière et amplifie son intensité par un processus appelé « émission stimulée de rayonnement ».

Le mot « laser » est l'acronyme de l'anglais « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation »

Le fonctionnement d'un laser consiste à faire osciller les électrons entre deux états admissibles, les obligeant à émettre un photon d'une énergie très particulière lorsqu'ils passent de l'état d'énergie supérieure à l'état inférieur. Ce sont ces oscillations qui causent l'émission de lumière.

La même idée expliquée différemment pourrait s'énoncer ainsi :

En général, lorsqu'un électron passe d'un niveau d'énergie élevé à un niveau d'énergie inférieur, il émet de la lumière ou des photons. L'énergie du photon émis est égale à la différence d'énergie entre les niveaux d'énergie. La perte d'énergie des électrons est attribuée à tout l'atome. Par conséquent, on peut penser que l'atome passe d'un état d'énergie supérieure à un état d'énergie inférieure.



quelques photons

La lumière du laser est très différente par rapport à d'autres sources de lumière. Elle est monochromatique (une seule couleur) et cohérente (en phase). La lumière laser restant focalisée et peu dispersée, les rayons laser peuvent parcourir de très longues distances. Ils peuvent également concentrer beaucoup d'énergie sur une très petite zone.

Les lasers couvrent aujourd'hui toute la gamme des rayonnements électromagnétiques, des rayons X et ultraviolets, par la lumière visible aux ondes infrarouges.

L'importance de la photonique est également soulignée par le nombre considérable de prix Nobel décernés ces dernières années.



Cette année 2018, les inventions honorées par le prix Nobel en physique ont révolutionné la physique des lasers. Il a été attribué aux 3 scientifiques: **Arthur Ashkin** , **Gérard Mourou** et **Donna Strickland**.

Des objets extrêmement petits et des processus incroyablement rapides sont maintenant vus sous un jour nouveau. Les instruments de précision avancés ouvrent des domaines de recherche inexplorés et une multitude d'applications industrielles et médicales.

Le travail d'**Arthur Ashkin** était basé sur le constat que la pression d'un faisceau de lumière pouvait pousser des objets microscopiques et les coincer dans leur position. Une avancée décisive est survenue en 1987 lorsqu'il a utilisé les nouvelles pinces optiques pour attraper des bactéries vivantes sans les blesser.

Donna Strickland et **Gérard Mourou** ont contribué au développement d'impulsions laser intenses et courtes ayant de vastes applications industrielles et médicales. Ils ont réussi à créer des impulsions laser ultra-courtes et de haute intensité sans détruire le matériau amplificateur.

La technique de D. Strickland et G. Mourou, appelée amplification pulsée par impulsions (CPA), est devenue la norme pour les lasers à haute intensité. Ses utilisations comprennent les chirurgies oculaires au laser correctives. Les médecins utilisent ces impulsions pour ouvrir la couche supérieure de la cornée et enlever les tissus situés en dessous. Ce remodelage de la cornée déplace le point focal de l'œil et corrige la vision de près.

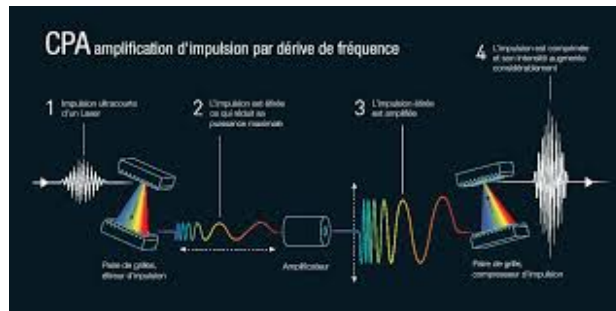


Schéma d'amplification d'impulsion par dérive de fréquence

En 2017: le prix Nobel de physique est attribué à **Rainer Weiss, Barry C. Barish et Kip S. Thorne** «pour leurs contributions décisives au détecteur LIGO et à l'observation des ondes gravitationnelles» (utilisation d'interféromètres laser pour la détection d'ondes gravitationnelles)

Durant les années précédentes, la photonique a été récompensée de nombreuses autres fois.

En 2014: le prix Nobel de physique est attribué à **Isamu Akasaki, Hiroshi Amano et Shuji Nakamura** «pour l'invention de diodes électroluminescentes bleues efficaces qui ont permis l'utilisation de sources de lumière blanche lumineuses et économes en énergie» (diodes électroluminescentes).

La même année le prix Nobel de chimie décerné à **Eric Betzig, Stefan W. Hell et William E. Moerner** «pour le développement de la microscopie à fluorescence super résolue» (microscopie à fluorescence)

En 2012: le prix Nobel de physique est attribué à **Serge Haroche et David J. Wineland** «pour leurs méthodes expérimentales novatrices permettant de mesurer et de manipuler des systèmes quantiques individuels» (optique quantique, refroidissement d'atomes au laser, étalons de fréquence optiques)

En 2010: Andre Geim et Konstantin Novoselov reçoivent le prix Nobel de physique «pour des expériences novatrices concernant le graphène, matériau à deux dimensions» (ce qui a des implications particulièrement intéressantes dans le domaine de la photonique)

En 2009: le prix Nobel de physique est décerné à **Charles Kuen Kao** «pour ses réalisations novatrices en matière de transmission de la lumière dans des fibres pour la communication optique» (fibres optiques, communications par fibres optiques), ainsi qu'à **Willard S. Boyle et George E. Smith**. « Pour l'invention d'un circuit d'imagerie à semi-conducteur – le capteur CCD »



Fibres optiques

En 2005: le prix Nobel de physique est attribué à **Roy J. Glauber** «pour sa contribution à la théorie quantique de la cohérence optique» (cohérence, optique quantique) et à **John L. Hall et Theodor W. Hänsch** «pour leur contribution au développement spectroscopie de précision par laser, y compris la technique du peigne de fréquence optique » (peignes de fréquence, étalons de fréquence optiques, métrologie fréquentielle)

En 2001: le prix Nobel de physique est décerné à **Eric A. Cornell, Wolfgang Ketterle et Carl E. Wieman** «pour la réalisation de la condensation de Bose-Einstein dans des gaz dilués d'atomes alcalins et pour des études fondamentales préliminaires des propriétés des condensats»

En 2000: le prix Nobel de physique est attribué à **Zhores I. Alferov et Herbert Kroemer** «pour avoir développé des hétérostructures à semi-conducteurs utilisées en électronique à haute vitesse et en optoélectronique» (diodes laser) (avec Jack S. Kilby «pour sa part dans la invention du circuit intégré « , qui est en dehors de la photonique)

En 1997: le prix Nobel de physique est décerné à **Steven Chu, Claude Cohen-Tannoudji et William D. Phillips** « pour la mise au point de méthodes de refroidissement et de piégeage des atomes à l'aide de la lumière laser » (refroidissement par laser).