

tante de Planck et "n" est la fréquence de l'onde électro-magnétique associée au photon en question.

Nous arrivons à la prochaine étape de notre itinéraire avec Einstein. En 1917, tout en travaillant sur la relativité, impressionné par les théories de Planck et de Bohr, il s'appliqua à pousser plus loin leurs études sur l'émission et l'absorption des quanta lors du passage des électrons d'une orbite à l'autre. Il avança trois possibilités, dont deux déjà bien connues. La troisième, pourtant, conduira au laser. Les voici:

1) Emission spontanée

Etant donné que les électrons tendent toujours à occuper les états d'énergie inférieure, un électron excité d'une manière ou d'une autre à un niveau supérieur reviendra spontanément à un état d'énergie inférieure et, ce faisant, émettra un photon.

2) Absorption

Un électron à un état d'énergie inférieure absorbera un photon et, doué de cette énergie supplémentaire, passera à un niveau supérieur.

C'est à Einstein lui-même que l'on doit la troisième possibilité.

3) Emission stimulée (émission induite)

Un électron se trouvant dans un état excité pourra être stimulé par un photon. Il émettra alors son propre photon et passera à un niveau d'énergie inférieure. Einstein prédit que les photons émis par les électrons stimulés accompagneraient les photons incidents et que, de plus, ils constitueraient une onde électro-magnétique qui se propagerait dans la même direction que l'onde incidente, et qui vibrerait en phase avec elle, c'est-à-dire qui constituerait en fait un renforcement de l'onde incidente. Bref, le photon incident se serait multiplié.

Voilà donc l'apport d'Einstein. Comme ce fut souvent le cas d'ailleurs, cette théorie constituait un saut dans l'inconnu. Bien qu'Einstein ait clairement établi la base théorique de l'émission stimulée, les chercheurs des trois décennies suivantes tentèrent en vain de la démontrer expérimentalement. En effet, ce phénomène était impossible à détecter en laboratoire car il était masqué d'un côté par l'absorption de photons et, de l'autre, par l'émission spontanée de photons.

Pourtant, en 1954, Charles Townes, physicien à l'Université Columbia, réussit brillamment à démontrer l'idée d'Einstein et ainsi nous entrâmes dans l'ère du laser. Pendant trois ans il avait soigneusement étudié la théorie d'Einstein et les obstacles à sa vérification. A force de concevoir et d'effectuer ses expériences avec beaucoup de minutie, il a pu surmonter ces difficultés. Si l'on peut dire, il a réussi l'impossible: il est parvenu à séparer les molécules excitées d'ammoniac et les a isolées. C'était la clé du problème. Ses expériences dont le but était d'induire l'émission de photons chez ces molécules excitées furent couronnées de succès. Cette émission était déclenchée non pas par le rayonnement provenant d'une source à l'extérieur mais par les premiers photons émis spontanément par les molécules excitées d'ammoniac dans le système même. En outre, Townes a ingénieusement renforcé et encouragé l'émission ainsi induite en faisant du tube où se trouvait l'ammoniac une cavité résonnante pour les quanta. Réfléchis par le tube, les quanta, qui ne cessaient d'augmenter, allaient et revenaient en frappant contre les molécules excitées d'ammoniac, dont le nombre allait en diminuant; ainsi les quanta stimulaient l'émission chez ces molécules jusqu'à produire une très forte intensité de quanta tous en phase, tous de la même fréquence et tous ayant une même direction - et cela, en une fraction de seconde. Le rayonnement sortant du tube se situait dans la région d'ondes ultra-courtes du spectre électro-magnétique. Townes avait effectué donc l'amplification (ou plus exactement l'oscillation) d'ondes ultra-courtes par émission stimulée de rayonnement électro-magnétique (en anglais le "Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation") - c'est-à-dire le maser.

Dans le cas où ce rayonnement est une lumière colorée et se situe donc dans le spectre optique, comme l'avaient prévu Townes et son beau-frère Shawlow en 1958, et comme l'américain Maimon l'a vu pour la première fois en 1960, alors l'instrument s'appelle un maser optique. Or, étant donné que c'est un amplificateur de lumière par émission stimulée de rayonnement électro-magnétique, le maser optique est plus connu sous le nom de - laser!

UNITE DE MESURE PRINCIPALE DE LONGUEUR

LE METRE

DEFINITION ORIGINALE (1791):

La dix-millionième partie du quart du méridien terrestre passant entre Dunkerque et Barcelone.

DEFINITION ACTUELLE (1960):

1,650,763.73 fois la longueur d'onde, dans le vide, de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux $2p_{10}$ et $5d_5$ de l'atome de krypton-86.

DEFINITION FUTURE?

1,579,800.31 fois la longueur d'onde de la radiation émise par un laser à hélium-néon correspondant à la raie R(127) de la bande 11-5 d'une certaine transition dans la molécule d'iode, libre et non perturbée.

DEFINITIONS OF THE STANDARD OF LENGTH

THE METER

ORIGINAL (1791):

1/10,000,000th of quadrant of earth's meridian passing through Barcelona and Dunkirk.

PRESENT (1960):

1,650,763.73 wavelengths in vacuum of transition between energy levels $2p_{10}$ and $5d_5$ of a krypton-86 atom.

FUTURE?

1,579,800.31 wavelengths of light emitted by a Helium-Neon laser controlled to the R(127) line of the 11-5 band of a certain electronic transition in a free, unperturbed iodine molecule.