

Annales de la Fondation Louis de Broglie,
Vol. 10, n° 3, 1985

Remarques à propos de l'article

Diffraction of Light

par E. PANARELLA

Ann. Fond. Louis de Broglie, 10 p. 1 (1985)

par M. SURDIN

Centre des Faibles Radioactivités,
Laboratoire Mixte CNRS-CEA
91190 Gif sur Yvette

Dans l'article cité plus haut, E. Panarella décrit une expérience de diffraction de la lumière émise par un laser. Les résultats obtenus conduisent l'auteur à attribuer la figure de diffraction à l'existence dans le faisceau de groupements (bunching) de plusieurs photons. Alors que dans les mêmes conditions expérimentales (un photon unique, en moyenne, dans l'appareil) on attribue, généralement, la figure de diffraction à l'interférence de l'onde, associée au photon, avec elle-même.

Les commentaires qui suivent sont ordonnés en deux parties. Dans la première partie on se limite à quelques remarques concernant l'expérience effectuée. Dans la deuxième partie on propose à M. Panarella une expérience, simple conceptuellement, qui permettrait d'examiner la nature du groupement de plusieurs photons, si de tels groupements existent.

Première partie : Le dispositif expérimental comporte, essentiellement, trois composants à savoir : la source, le filtre et le détecteur. Considérons les successivement.

La source est un laser He-Ne dont la largeur de la raie est "inférieure à 1 Mhz" (p_{10}). Il s'en suit que le temps de cohérence est supérieur à 10^{-6} s. Dans l'expérience (a) le flux

de photons est de 1.97×10^7 photons.s⁻¹. C'est-à-dire que les photons sont corrélés. Dans ces conditions on ne peut considérer les photons indépendants et leur appliquer la distribution de Poisson. Pour l'expérience (b) on utilise un filtre qui réduit le flux à 4.29×10^4 photons.s⁻¹. Pour cette expérience les photons peuvent être considérés comme indépendants.

Le filtre. Il est important de connaître le mode d'action de ce filtre. Est-ce que son action se limite à ne laisser passer qu'un photon sur n qui arrivent à l'entrée du filtre (dans le filtre utilisé $n \approx 500$) sans modifier la forme de la raie ? Ou bien ce filtre agit-il aussi sur la forme de la raie, en l'élargissant, par exemple ? Pour montrer l'importance de cet effet, à titre d'exemple, considérons qu'en plus de l'atténuation de 500 la raie est élargie par le même facteur. Dans ces conditions il faudrait exposer non pas 2h32m, comme calculé (P8) mais 500 fois plus longtemps, soit plus de 750 heures.

Le récepteur utilisé est une plaque photographique. Quelles que soient les qualités d'une plaque photographique ce n'est pas le détecteur approprié pour cette expérience. En particulier, un étalonnage avant l'expérience, elle-même suivie d'un autre étalonnage est impossible. D'autre part la notion du temps d'arrivée du photon est impossible à mettre en évidence. Il est préférable d'utiliser un photomultiplicateur (PM). Notons, au passage, que le rendement quantique des PM modernes est de beaucoup supérieur à 1/177, cité p22, allant jusqu'à 1/4. Voir : Photomultiplicateurs RTC, Nanterre 1981 p.35.

Deuxième partie. On se propose ici d'étudier le groupement (la simultanéité) de l'arrivée sur la photocathode de n photons.

Pour un PM dont le temps de résolution est de 10^{-9} s., par exemple, les photons dont l'intervalle de temps à l'arrivée est inférieur à 10^{-9} s., disons 10^{-10} s., seront considérés comme simultanés. 10^{-10} s. correspond à une distance entre photons de 3 cm. Le flux maximum admis pour ces expériences et pour un photomultiplicateur dont le temps de résolution est de 10^{-9} s. ne doit pas dépasser 10^7 photons.s⁻¹.

On utilisera le même montage que celui de la Fig. 1 mais où on a remplacé la caméra par un PM suivi d'un sélecteur d'amplitudes. L'expérience pourra comporter les trois étapes suivantes :

Etalonnage. On étudie la distribution d'amplitudes du courant d'obscurité du PM, en masquant la photocathode.

Source naturelle. On répète la même expérience, avec et sans filtre, pour une source naturelle. Comme source on peut utiliser une lampe à arc de mercure suivie d'un filtre de bande approprié.

Laser. On effectue les mêmes expériences que plus haut.

Filtre. Au spectrographe on étudie l'effet du filtre sur la forme de la raie.