

LA SONOLUMINESCENCE

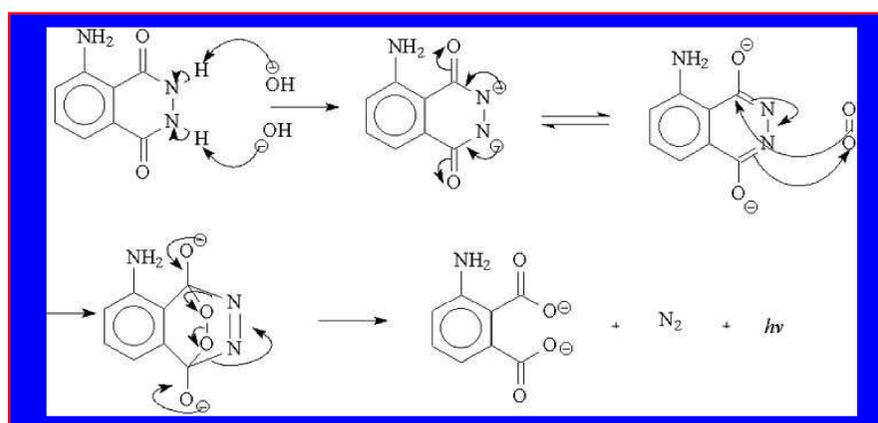
CABY Mathieu, NGUYEN Huu Chuong, VAN CALOEN Emmanuel, WOODHEAD Erik

📖 Département de Physique et Experimentarium 📖

Chimiluminescence



Réaction avec le Luminol



Théorie de la Sonoluminescence

Le spectre de la MBSL montre une raie caractéristique des OH^* qui peut être comparé à celui d'un corps noir de 7200K. Le physicien Robert A. Hiller a montré en 1992 que le spectre d'un SBSL est continu et ne présente pas de raies caractéristiques. La lumière bleutée de cette expérience possède un large spectre qui s'étend de l'infrarouge à l'ultraviolet et suggère une température supérieure à 10000 kelvins.

Plusieurs théories qui tentent d'expliquer le mécanisme de sonoluminescence avec plus ou moins de succès. Cependant, il y existe un point qui semble généralement accepté : comme le spectre émis est continu et de large bande, on suppose que la SBSL résulte d'un état de plus haute énergie du gaz dans la bulle, à savoir un plasma. Dans cet état, les atomes sont partiellement ionisés et selon la température, le processus d'émission de lumière dominant sera soit la *recombinaison radiative*, soit le *bremstrahlung thermal*.

Ces deux phénomènes sont connus en physique des plasmas pour produire un spectre continu. Néanmoins, il existe plusieurs modèles théoriques de l'effondrement de la bulle :

Théorie de l'onde de choc :

Quand une bulle s'effondre, sa pression interne croît. A son rayon minimum, la pression avoisine les 200 Mbar. Sous ces conditions, les forces de van der Waals dans le gaz deviennent importantes et la bulle cesse de s'effondrer. Ses parois décelèrent à plus de 1011 g, si bien qu'une onde de choc est créée et se propage jusqu'au centre, entraînant une élévation supplémentaire de la température au centre de la bulle. Quand l'onde de choc est à sa taille minimale, l'énergie qu'elle contient est concentrée par un facteur 1012 et de la lumière est émise.

Si, malgré l'onde de choc, la bulle parvenait à rester intacte avec un rayon de 0.1 micron, sa température serait de 100000 kelvins (nécessaire pour un spectre fortement ultra-violet). Si, en plus, la bulle survivait jusqu'à un rayon de 20 nanomètres, la température atteindrait un million de kelvins, ce qui est assez élevée pour produire des rayons X relativement peu énergétiques.

Théorie de la compression quasi-adiabatique :

La température est supposée être uniforme dans une bulle, excepté dans une couche proche de ses parois. La bulle est entièrement chauffée pendant la compression adiabatique par conversion de l'énergie cinétique des gaz quand leur mouvement est stoppé en fin d'effondrement. Pendant le collapse, son volume diminue d'un facteur d'un million lorsque son rayon diminue d'un facteur 100. En 1940, un mathématicien allemand (Karl G. Guderley) a calculé que la compression d'une bulle (supposée adiabatique) dans ces conditions mène à des températures dépassant les 10000K et à une pression supérieure à 10000 atmosphères.

Théorie de l'ionisation des gaz rares :

Les hautes températures atteintes durant l'effondrement normal d'une bulle d'air entraînent la dissociation des molécules d'oxygène et d'azote en atomes qui réagissent chimiquement avec la vapeur d'eau présente dans la bulle. Les gaz O_2 et N_2 sont donc ainsi progressivement évacués de la bulle. Si une telle bulle renferme donc au départ un mélange de gaz, après plusieurs cycles d'oscillation elle ne contient plus que ceux qui ne se dissocient pas, même à haute température, autrement dit les gaz rares. La bulle d'air initiale est donc rapidement transformée en bulle contenant principalement de l'Argon. De part la compression et l'échauffement de la bulle, on observe l'ionisation de ces gaz rares : ils perdent alors ou plusieurs électrons qui se mettent alors à circuler à grande vitesse et émettent de la lumière par recombinaison radiative ou *bremstrahlung thermal*. Les calculs montrent que l'émission que l'on observe lors de la sonoluminescence d'une bulle d'argon est expliquée par l'ionisation de 1% seulement des atomes. La température calculée est de l'ordre de 10000K.