

Indice n° 3 : Des traces de sang dans la douche ?

Principe

Visuellement la douche de l'appartement correspondant à la scène de crime est propre, mais elle a manifestement été rincée récemment. L'eau contenue au fond de la douche a été récupérée et il s'agit de savoir si elle contient des traces de sang.

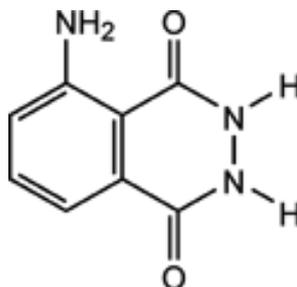
Un réactif permet de réaliser cette détection : le luminol.

Quelques données sur cette espèce chimique

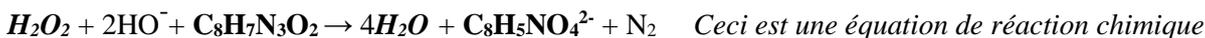
L'oxydation du luminol en milieu basique, c'est chimiluminescent !

(ça flashe, quoi...)

Le luminol est une molécule organique, sa structure est à base de chaîne d'atomes de carbone (on ne les voit pas dans la formule ci-dessous, on vous explique pourquoi...)



Il peut être oxydé en milieu basique par du peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée H₂O₂) :



Les ions hydroxyde HO⁻ sont les représentants du milieu basique ;

C₈H₇N₃O₂ : le luminol ;

C₈H₅NO₄²⁻ : l'ion 6-aminophtalate produit de l'oxydation du luminol.

On remarque que l'oxydation du luminol s'accompagne d'un décrochage d'une molécule de diazote N₂.

Cette réaction peut être plus ou moins rapide selon la concentration des espèces chimiques mélangées et grâce à l'apport d'un **catalyseur** (une espèce qui accélère la réaction, qui aide, mais qui n'est pas globalement consommée). Ici le catalyseur est l'ion « Fe³⁺ arrangé » (voir annexe) et justement dans le sang il y a du fer !

Ce que cette transformation a d'original, c'est que lorsque le produit se forme (le dianion 6-aminophtalate), il est porteur d'un trop plein d'énergie, il est dans un état dit « excité ». Il va retrouver un état stable, en libérant de l'énergie... Lumineuse !

Nous réaliserons cette réaction dans deux conditions différentes, de façon à observer d'une part une chimiluminescence « rapide », avec des solutions concentrées et d'autre part sur l'eau de la douche récupérée avec l'espoir de détecter de la lumière s'il y a encore dans cette eau des traces de fer lié à l'hémoglobine du sang.

Toutes les solutions sont à manier avec précaution et l'ensemble sera par la suite impérativement versé dans le bidon « BASES ». Blouse et lunettes de protection strictement obligatoires.

Une fois les réactifs prélevés, les deux manipulations se feront dans l'obscurité.

Mode rapide :

- Dans un premier bécher (le plus grand) , prélever 40 mL de solution A_2 (contient le luminol) ;
- Dans un deuxième bécher, prélever 40 mL de solution B_2 (contient H_2O_2 et le catalyseur) ;
- verser petit à petit, par portions, la solution B_2 dans le bécher contenant A_2 .

Mode lent :

- Dans un couvercle de boîte de pétri placer un peu de l'eau de la douche (fournie sous la forme d'une solution notée B_1).
- Dans un bécher, prélever quelques mL de solution A_1 (contient le luminol).
- A l'aide d'un compte-goutte, verser A_1 sur l'eau de la douche.
- Observer conclure.

On peut clôturer ce mode lent en mélangeant tout ce qui nous reste de A_1 et de B_1 et même en y laissant tomber quelques grains de soude (professeur).

Annexes :

Le catalyseur

Le Fe^{3+} arrangé : il s'agit d'un ion complexe, c'est à dire d'une association d'un ion central, ici Fe^{3+} , autour duquel se sont greffés des espèces appelés ligands, riches en électrons. Ici, il y a six ligands et ce sont des ions cyanure CN^- ! Eh oui, c'est pour cela qu'il ne faut pas basculer en milieu acide, car on pourrait former de l'acide cyanhydrique, violemment toxique.

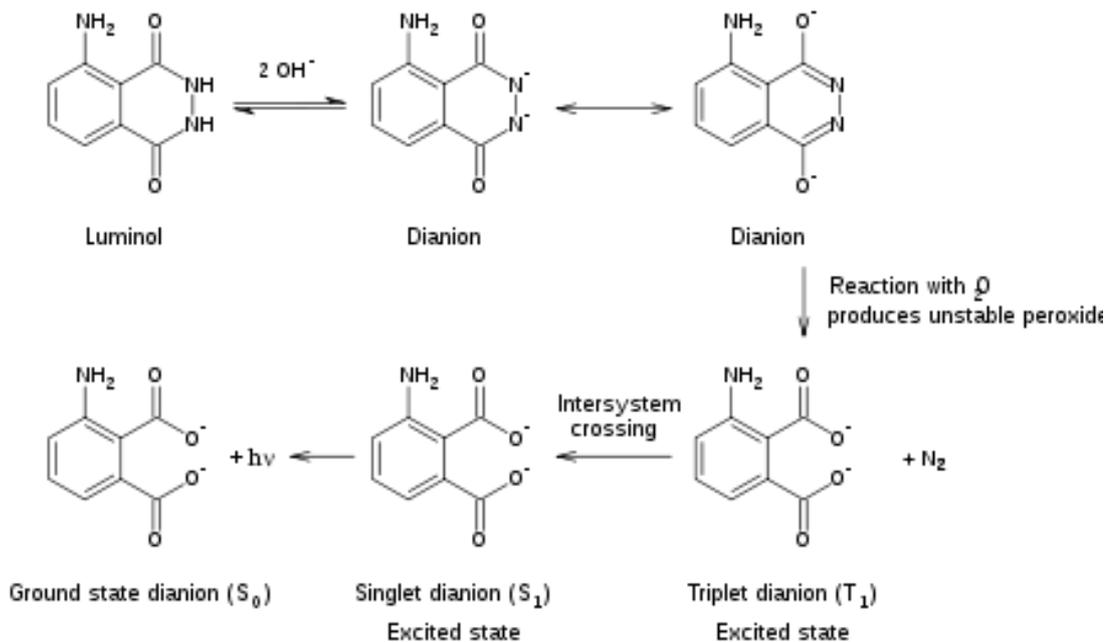
C'est aussi pour cela que tout le monde se rincera abondamment les mains à l'issue de la séance.

La formule du complexe : $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$.

Il existe un autre catalyseur de type « Fe^{3+} arrangé »... dans le sang ! Mais oui, les experts ! La détection de traces de sang par chimiluminescence ! C'est donc cela !

(Toutefois ce n'est pas le même ion complexe de Fe^{3+} , ce n'est pas le même ligand... Mais il peut aussi convenir en tant que catalyseur de notre réaction.)

Proposition de mécanisme détaillé :



Questionnaire

- 1) Quelle partie de la molécule de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 attaque les atomes d'azote du luminol ?
- 2) Si on arrache deux H^+ à la molécule H_2O_2 (les atomes y sont accrochés dans l'ordre suivant : $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$), que reste-t-il ?
- 3) Quel rapport y a-t-il entre la molécule H_2O_2 et le symbole plutôt surprenant « 2O » présenté dans une partie du mécanisme ?
- 4) Proposer un schéma de l'ion Fe^{3+} entouré de ses six ligands CN^- .
Aide : la structure obtenue a une forme géométrique simple : un octaèdre dont les six coins correspondent aux CN^- et dont le centre est occupé par le Fe^{3+} .
- 5) Conclusions de l'enquête.

Séance AP luminol, 30 élèves, 10 groupes :

Sur paillasse de devant ou prof :

Pour la version lente

- Solution **A₁** (1000 mL, dans l'eau distillée) : 1 g de luminol , 4 g de Na₂CO₃, 24 g de NaHCO₃ ;
- Solution **B₁** (1000 mL, dans l'eau distillée) : 10 g ferricyanure de potassium K₃[Fe(CN)₆] + **au dernier moment** 4 mL eau oxygénée à 30% (~ 110 volumes) ;
- Pastilles de soude ;
- Bêchers « A₁ », « B₁ », spatule, soucoupe.

Pour la version rapide

- *Solution A₂ (500 mL, dans l'eau distillée) : 1 g luminol + 10 g NaOH ;*
- *Solution B₂ (500 mL, dans l'eau distillée) : 15 g ferricyanure de potassium K₃[Fe(CN)₆] + **au dernier moment** 1 mL eau oxygénée à 30% (~ 110 volumes) ;*
- *Bêchers « A₂ », « B₂ ».*

Elèves : 3 bêchers (150 mL ?), 2 erlens , une spatule, une soucoupe, un compte goutte, un couvercle de grande boîte de Petri.