

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2016

Autor: João Vitor Soares

Série: segunda (2015) do Ensino Médio

Profs.: Rubens Conilho Junior; Letícia Montes Faustino

Colégio: Etapa

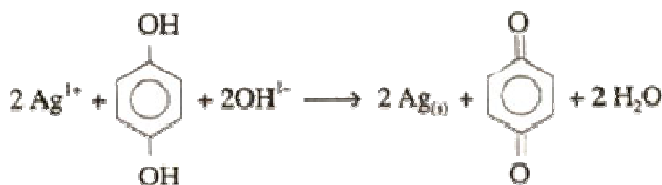
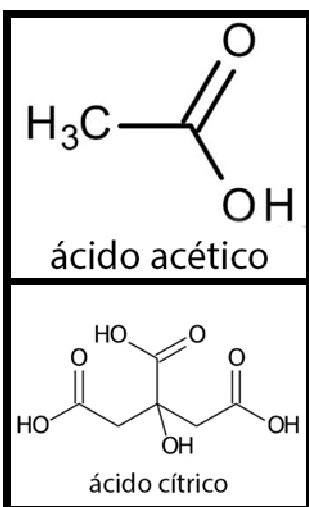
Cidade: São Paulo

Luz na química: invenções humanas que envolvem interações entre luz e matéria

Através do tempo, obteve-se uma expansão exponencial em todos os campos da ciência. Na química, as descobertas foram essenciais para que a tecnologia e nossa sociedade se desenvolvessem, e por esse motivo, elas estão presentes frequentemente em nosso cotidiano. Uma das ramificações desse campo científico que serve como exemplo é a interação entre luz e matéria nas reações químicas – como na fotografia, na fotólise e na quimioluminescência.

A fotografia é extremamente popular atualmente, devido à sua facilidade de uso, que foi aumentando conforme o aparecimento das câmeras digitais. Entretanto, fotografar nem sempre foi tão rápido, eficiente e prático como hoje em dia. Antigamente, era necessário um cuidado maior, pois as imagens poderiam ser perdidas facilmente com a exposição do filme à luz do sol. Além disso, também exigia-se um tempo mais longo para a obtenção da fotografia, devido ao processo de revelação fotográfica, que englobava uma série de etapas envolvendo processos químicos de longa duração. A primeira etapa do

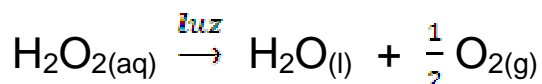
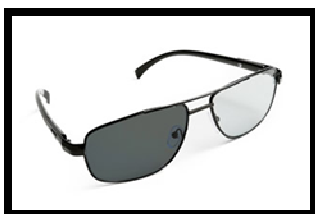
processo é chamada de revelação, e nela ocorre a reação de oxirredução entre a hidroquinona e os sais de prata contidos no filme fotográfico, com a formação de prata metálica. Tal reação está representada a seguir:



Após certo tempo, é necessário interromper o processo, pois caso contrário a imagem ficará completamente escura. Para isso, utiliza-se uma solução ácida (ácido acético concentrado ou ácido cítrico) para neutralizar a solução reveladora. Com a adição de um ácido, a hidroxila (OH^-) presente nos reagentes reage com um

próton (H^+) fornecido pela solução adicionada, formando água (H_2O). Na próxima etapa, utiliza-se uma solução de tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) para tornar os sais de prata remanescentes solúveis em água, porque a decomposição desses sais poderia causar o aparecimento de manchas na imagem. Na penúltima etapa é realizada a lavagem, que consiste em remover os resquícios de produtos químicos na fotografia com a finalidade de obter uma imagem durável e de qualidade. A lavagem é feita em água corrente, e em alguns casos também se utiliza o sulfito de sódio (Na_2SO_3) para acelerar o processo. Por último, existe a secagem, que pode ser realizada de duas maneiras: naturalmente ou com o uso de estufas a, no máximo, $40^\circ C$. Atualmente, as câmeras são digitais e por esse motivo não exigem o filme fotográfico nem o processo de revelação. O funcionamento de uma câmera digital ocorre devido à sensibilização de um sensor contido na máquina fotográfica, chamado de CCD ou CMOS, que por sua vez transforma a luz em um código digital que será armazenado em um cartão de memória. Após isso é possível transferir diretamente a imagem guardada para um computador ou para uma impressora.

Outro exemplo de interação entre luz e matéria ocorre na fotólise, que é basicamente o processo inverso da fotossíntese. Nela há a quebra de moléculas maiores que conseqüentemente formam moléculas menores por meio da interferência de energia luminosa. Um exemplo de fotólise comum é a reação que acontece quando o peróxido de hidrogênio ou água oxigenada (H_2O_2) é exposto à luz do sol. Essa reação está representada a seguir:

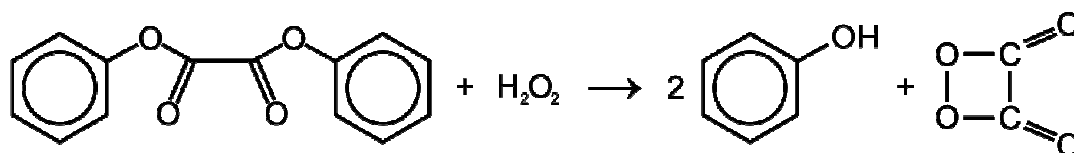


Outro bom exemplo desse processo está na fabricação de óculos, em que se utiliza vidro fotocromático, que é responsável pelo escurecimento das lentes quando em exposição à luz solar. Essa ação se dá pela redução de íons prata (Ag^+) contidos na lente, provenientes do nitrato de prata ($AgNO_3$). Quando o íon é reduzido para prata metálica, a lente escurece. Sem a presença de luz solar o cátion volta a ser formado, e como é incolor, a lente volta a ficar transparente. A reação de oxirredução envolvida está representada a seguir:

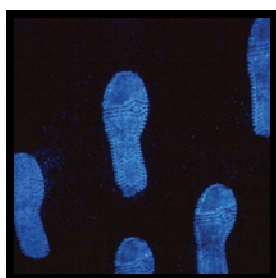


Por último, a quimioluminescência envolve a emissão de luz não acompanhada de calor devido a uma reação química. Essa reação ocorre em decorrência da migração dos elétrons de um átomo de nível mais interno para um mais externo, e com isso, esses mesmos elétrons retornam à camada mais interna, liberando energia na forma de luz.

Um exemplo bastante conhecido é a reação que ocorre dentro das pulseiras de neon, usada principalmente em festas. Essas pulseiras contêm uma ampola de vidro, que armazena água oxigenada (H_2O_2), envolta por um bastão de plástico preenchido com oxalato de difenilo e um corante adequado. Ao dobrar a pulseira, a ampola é quebrada e tem-se a reação de oxirredução entre o oxalato de difenilo e a água oxigenada, observando-se a emissão de luz. Essa reação está representada a seguir:

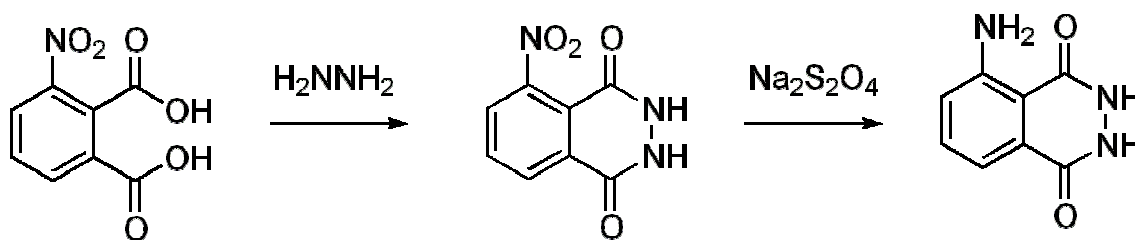


O primeiro reagente representado na reação é o oxalato de difenilo, que reage com o peróxido de hidrogênio, formando 2 mols de fenol e 1 mol de 1,2-dioxetanodiona. Após isso, esse último produto se decompõe exotermicamente em dióxido de carbono, excitando os elétrons do corante, que depois retornam à uma camada mais interna, liberando energia na forma de luz. A cor do fóton emitido depende da estrutura do corante. A duração da luz proveniente da pulseira é igual ao tempo da reação química, ou seja, até que um dos reagentes seja consumido. É por esse motivo que se aquecermos a pulseira, a luz acaba mais rapidamente, já que o aumento da temperatura causa o aumento do número de colisões efetivas entre as moléculas, tornando a reação mais rápida (se resfriarmos a pulseira, o resultado será a diminuição da velocidade da reação).

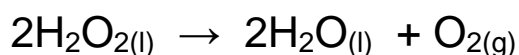


Outro exemplo de quimioluminescência comumente utilizado está no processo de investigação de cena do crime. Nesse processo, os investigadores utilizam Luminol para encontrar vestígios de sangue (mesmo após terem sido removidos). Essa substância é utilizada na forma de *spray*, e é liberada junto com um agente oxidante (que na maioria dos casos é o peróxido de hidrogênio), e com íons hidróxido (OH^-). Após o Luminol entrar em contato com o sangue, há a liberação de uma luz azul durante aproximadamente 30 segundos, uma vez que o ferro encontrado na hemoglobina atua como catalisador da reação.

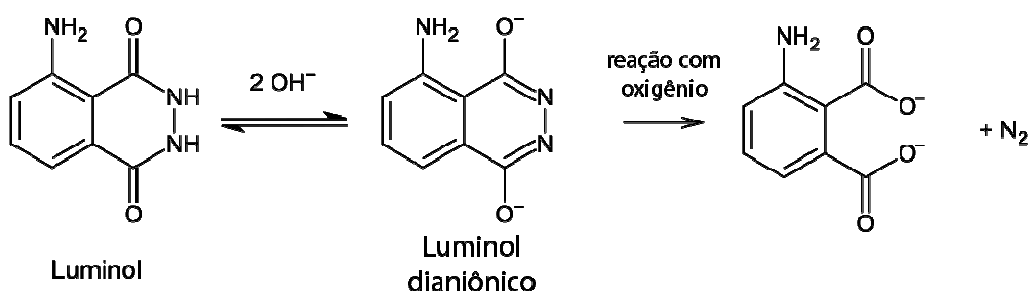
A síntese de Luminol ocorre em um processo de fosforescência reversa, que engloba 2 passos: primeiramente, ácido 3-nitroftálico é aquecido com hidrazina (N_2H_4), em um solvente com um alto ponto de ebulição como o trietilenoglicol. Com isso, ocorre uma reação de condensação entre os grupos carboxila presentes no ácido, liberando água. Após essa reação, o grupo nitro é reduzido a um grupo amina devido à ação do ditionito de sódio ($Na_2S_2O_4$), via um intermediário hidroxilamina, resultando na obtenção do Luminol. Tal reação está representada a seguir:



A reação que emite a luz azul ocorre em 3 etapas: primeiramente, o peróxido de hidrogênio se decompõe em decorrência da presença do ferro, que atua como catalisador da reação, segundo a reação a seguir:



Enquanto isso, o Luminol reage com os íons hidróxido e altera-se para sua forma dianiônica. Depois disso, o Luminol dianiônico reage com o oxigênio proveniente da decomposição do peróxido de hidrogênio, resultando em um composto instável (um peróxido orgânico), que imediatamente se converte à sua forma estável, liberando uma molécula de nitrogênio, e movimentando os elétrons de uma camada mais externa para uma mais interna, resultando na emissão de uma forte luz azul. Essa reação está representada abaixo:



Apesar de tudo, essa substância apresenta uma lista de desvantagens, de maneira que ela não pode ser utilizada em qualquer investigação. A quimioluminescência do Luminol pode ser ativada por uma série de substâncias além do sangue, entre elas o cobre, compostos com cobre, e alguns alvejantes. O tempero de raiz-forte (rábano silvestre) pode atuar como catalisadora da reação, devido a presença de enzimas peroxidase. O Luminol também irá detectar as pequenas quantidades de sangue na urina, que gera falsos positivos se um animal de estimação contaminar a cena do crime; além de também reagir com matéria fecal como se fosse sangue. O fumo excessivo em um local fechado também pode levar a testes positivos com o Luminol.

A partir de todas as informações, exemplos e aplicações citados anteriormente, é possível concluir que a interação entre luz e matéria é extremamente importante, e que está presente no cotidiano de todos os indivíduos, seja no momento de fotografar uma ocasião, manusear um

recipiente com água oxigenada, utilizar óculos com lentes fotossensíveis, deparar-se com um processo de investigação criminal, ou até mesmo vestir pulseiras de neon em uma festa.

Referências Bibliográficas

- <https://pt.wikipedia.org/wiki/Quimioluminesc%C3%A7%C3%A3o>
- <http://www.infoescola.com/quimica/reacoes-fotoquimicas/>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Pulseira_de_ne%C3%A3o
- <http://www.infoescola.com/fotografia/revelacao-fotografica/>
- <http://simuladaodombosco.com.br/curso/estudemais/quimica/testes/propriedades.php>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Tiosulfato_de_s%C3%B3dio
- https://en.wikipedia.org/wiki/Glow_stick
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/it/thumb/1/16/Acido_acetico_struttura.svg/120px-Acido_acetico_struttura.svg.png
- <http://structuresearch.merck-chemicals.com/cgi-bin/getStructureImage.pl?owner=MDA&unit=CHEM&product=100244>
- <http://www.mundoeducacao.com/upload/conteudo/images/oculos.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ad/Cyalume_reactions.svg
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Luminol>
- <http://www.fcencias.com/2015/04/23/luminol-molecula-da-semana/>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Luminol_synthesis.png
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Luminol_chemiluminescence_molecular_representation.svg
- https://en.wikipedia.org/wiki/Horseradish_peroxidase