

Scheda Didattica / Verso la fotosintesi artificiale

di Chiara Manfredotti

DOMANDE

1. Dove e quando è nata la fotochimica?

2. Di che cosa si occupa la fotochimica?

- (A) La chimica della fotografia.
- (B) La chimica della luce.
- (C) La chimica dell'interazione tra luce e materia.
- (D) La chimica delle reazioni solari.

3. Qual è la differenza fondamentale tra una reazione chimica termica e una fotochimica?

- (A) Lo stato elettronico iniziale: fondamentale per le reazioni termiche, eccitato per le reazioni fotochimiche.
- (B) Lo stato elettronico finale: fondamentale per le reazioni termiche, eccitato per le reazioni fotochimiche.
- (C) Le reazioni termiche vengono scaldate e non vengono mai esposte alla luce.
- (D) Non c'è differenza: qualsiasi reazione chimica effettuata alla luce è una reazione fotochimica.

4. Qual è l'ordine di grandezza del tempo di vita di uno stato elettronico eccitato?

- (A) Frazioni di secondo.
- (B) Secondi.
- (C) Minuti.
- (D) Ore.

5. Quali sono le caratteristiche fondamentali di una buona fonte di energia?

6. Quale dei seguenti non è un metodo di conversione dell'energia solare?

- (A) Conversione in calore a bassa temperatura.
- (B) Conversione in calore ad alta temperatura.
- (C) Conversione in energia chimica.
- (D) Conversione in energia nucleare.

7. Quale processo si sta cercando di riprodurre per via fotosintetica?

- (A) La scissione della molecola di O_2 .
- (B) La sintesi dell'acqua a partire da H_2 e O_2 .
- (C) La scissione della molecola di acqua per produrre H_2 .
- (D) La scissione della molecola di acqua per produrre O_2 .

8. Che cosa "manca" per riuscire a completare la fotosintesi artificiale dei combustibili?

.....

.....

.....

ATTIVITÀ

1. La fotosintesi artificiale e il fotovoltaico organico

La fotosintesi artificiale proposta dal professor Balzani nel suo articolo permetterebbe di produrre combustibili a partire dalla luce solare. Un esempio di applicazione simile, ma destinata a uno scopo diverso, cioè la produzione di energia elettrica, è rappresentato dalle celle di Grätzel o DSSC (Dye - Sensitized Solar Cells): celle fotovoltaiche in grado di trasformare l'energia luminosa in energia elettrica grazie a particolari coloranti e al biossido di titanio. Lavorando in gruppo, fai una ricerca sul meccanismo di funzionamento delle celle DSSC, schematizzalo e confrontalo con quello sulla fotosintesi artificiale presente nell'articolo. Quali sono i punti in comune per i due meccanismi, e quali sono le differenze? Le differenze sono legate principalmente alle sostanze presenti, o sono dovute al diverso scopo dei due dispositivi? Un suggerimento: puoi cominciare la tua ricerca partendo da questo approfondimento: link.pearson.it/73908E76.

IN LABORATORIO

1. Fluorescenza, fosforescenza e chemiluminescenza

Obiettivo

Lo scopo dell'attività proposta è quello di imparare a distinguere tre fenomeni diversi tra loro, e cioè fluorescenza, fosforescenza e chemiluminescenza. L'interazione tra una radiazione luminosa e la materia può dare come risultato l'assorbimento dell'energia della radiazione luminosa e la formazione di uno stato eccitato. Se lo stato elettronico eccitato ha un tempo di vita dell'ordine dei nanosecondi o inferiore, si parla di fluorescenza; se il tempo di vita è più lungo, e arriva fino ai millisecondi o, in alcuni casi, ai secondi, si parla di fosforescenza. La chemiluminescenza, invece, è il processo inverso, cioè l'emissione di una radiazione luminosa in seguito a una reazione chimica.

Materiali

Un gilet di sicurezza (di quelli da tenere in auto), pennarelli fluorescenti, vernice fosforescente o oggetti trattati con vernici o pigmenti fosforescenti (per esempio pupazzi che rimangono luminosi al buio), una o più *lightstick*, una luce diretta (una lampada o una pila) e, facoltativa, una lampada di Wood (che emetta luce UV). L'attività si dovrà svolgere in una stanza che si possa facilmente oscurare o rendere completamente buia.



» Scheda Didattica / Verso la fotosintesi artificiale

Procedimento

- Ⓐ Su un foglio bianco, tracciare alcune righe di pennarello fluorescente. Su un altro foglio bianco, pennellare un po' di vernice fosforescente (se si hanno a disposizione oggetti fosforescenti, questo passaggio non è necessario);
- Ⓑ posizionare gli oggetti e i fogli del punto Ⓐ su un banco o sulla cattedra e oscurare la stanza; illuminare a turno ognuno degli oggetti (tranne il lightstick) per tempi uguali (per esempio 5 - 10 secondi) con la luce diretta, e spegnere la luce subito dopo; valutare la persistenza della luce emessa dai diversi oggetti. Quali oggetti rimangono luminosi per tempi lunghi, e quali invece per tempi brevi o brevissimi? Quali infine non emettono più luce non appena la stanza torna buia? A cosa può essere dovuta questa differenza?
- Ⓒ A luce spenta, piegare la lightstick in modo da avviare la reazione chimica all'interno. È stato necessario illuminare la lightstick perché emettesse luce a sua volta? Quale sarà il fenomeno che permette l'emissione di luce?

Osservazioni

Le sostanze fluorescenti (il gilet e i pennarelli) smetteranno di emettere luce non appena la sorgente luminosa sarà spenta; le sostanze fosforescenti emetteranno luce per tempi più lunghi, anche dopo aver spento la sorgente luminosa. L'effetto è visibile con una lampada o una pila normale, ma risulta accentuato utilizzando una lampada di Wood.

I pigmenti utilizzati per le vernici e gli oggetti fosforescenti sono in realtà fotoluminescenti, sono cioè in grado di "immagazzinare" l'energia luminosa quando sono esposti alla luce e riemetterla per tempi molto lunghi (anche ore). Non si tratta quindi di pura fosforescenza, un fenomeno che ha tempi di vita decisamente più brevi.

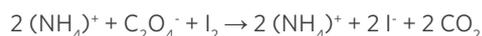
La lightstick è un esempio di chemiluminescenza, perché emette radiazioni luminose in seguito a una reazione chimica. Nel tubo in silicone sono presenti due sostanze, l'acqua ossigenata e l'ossalato di difenile, un composto organico (precisamente un sale dell'acido ossalico), che rimangono separate finché la lightstick non viene piegata. Non appena a contatto, la reazione comincia, producendo fenolo e un perossido ciclico instabile che, decomponendosi, eccita un pigmento luminescente presente nel tubo. Il pigmento, diseccitandosi, emette luce. Il colore della luce emessa dipende dal pigmento utilizzato.

2. Una reazione fotochimica semplice

Un esempio abbastanza classico e semplice di reazione fotochimica è la riduzione dello ione Ag^+ ad Ag^0 per azione della luce. Questo tipo di reazione è alla base del funzionamento delle pellicole fotografiche (ricoperte da gelatina contenente AgBr che, esposto alla luce, passa allo stato eccitato formando poi Ag metallico) e può essere riprodotta in classe con il cloruro d'argento (AgCl) a partire da materiali facilmente reperibili anche in un laboratorio di chimica poco fornito, seguendo le istruzioni e i consigli della pagina e del video presenti a questo indirizzo: link.pearson.it/497BEE0.

3. La luce "accelera" le reazioni chimiche

La luce può provocare una reazione chimica, oppure può renderla più veloce facilitando il superamento della barriera dell'energia di attivazione. È il caso di alcune reazioni sensibili alla luce, come la riduzione da iodio molecolare (violetto) a ione ioduro (incolore) in una soluzione di ossalato di ammonio:



La reazione è sufficientemente lenta da permettere di apprezzare la variazione della sua velocità in seguito all'illuminazione del sistema, e a seconda del tipo di sorgente luminosa (più o meno energetica) alla quale viene esposto. Per i dettagli e una spiegazione teorica più completa si può fare riferimento a questo link: link.pearson.it/64503705.

ATTIVITÀ CLIL

1. Answer the following questions:

- ① What does photochemistry study?
- ② How is it possible to shift a molecule from its ground state to its excited state?
- ③ What happens after a molecule has been shifted to an electronic excited state? In which ways can it get back to its ground state? Name these three ways and give a short description for each one of them.
- ④ How scientists plan to use the effects of interaction between matter and light?
- ⑤ Why is it necessary or, at least, better to convert solar light in other energy sources?