

Versuch 2: Dracula-Tee



Chemikalien: Pfefferminztee, Essigsäureethylester (Ethylacetat) (H 225-319-336 EUH066, P 210-233-241-243-305+351+338, Gefahr, GHS02, GHS07) Wasserstoffperoxid-Lösung (w = 0,3) (H 271-332-302-314, P 220-261-280-312-302+361+353-305+351+338, Gefahr, GHS03, GHS05, GHS07), Bis(2,4-dinitrophenyl)-oxalat (DNPO) (H 315-319-335, P 261-305+351+338, Achtung, GHS07), alternativ Bis(2,4,6-trichlorophenyl)-oxalat (TCPO) (H 315-319-335, P 261-305+351+338, Achtung, GHS07)

GHS02:  GHS07: 

Geräte: Becherglas (250 mL), Spatel, Messzylinder (100 mL), UV-Lampe (366 nm)

Durchführung:

1. Geben Sie 100 mL Essigsäureethylester in ein 250 mL-Becherglas.
2. Geben Sie 10 mL Wasserstoffperoxid-Lösung (w = 0,3) sowie
3. eine Spatelspitze DNPO (Bis(2,4-dinitrophenyl)-oxalat) **oder** alternativ eine Spatelspitze TCPO (Bis(2,4,6-trichlorophenyl)-oxalat) dazu.
- 4a. Bei der Verwendung von **DNPO**: Geben Sie einen Pfefferminzteebeutel in das Becherglas und bewegen Sie ihn auf und ab.
- 4b. Bei der Verwendung von **TCPO**: Geben Sie einen Pfefferminzteebeutel in das Becherglas.
5. Betrachten die die Lösung im Dunkeln unter UV-Licht.

Beobachtung: _____

Auswertung: Informieren Sie sich in Schulbüchern, Fachliteratur und/oder Internet über Chlorophyll und den verwendeten Oxalsäureester (DNPO/ TCPO). Beantworten Sie nachstehende Fragen.

Welche Funktion erfüllt Essigsäureethylester? _____

Welche Funktion erfüllen die Oxalsäureester? _____

Welches Molekül ist für die Lichtemission verantwortlich? _____

					
Bis(2,4-dinitrophenyl)-oxalat (DNPO)	1 Spatelsp.	315, 319, 335	261, 305+351+338	Achtung	S I + S II
$C_{14}H_6N_4O_{12}$					
ODER					
Bis(2,4,6-trichlorophenyl)-oxalat (TCPO)	1 Spatelsp.	315, 319, 335	261, 305+351+338	Achtung	S I + S II
$C_{14}H_4Cl_6O_4$					

Geräte und Materialien

Becherglas (250 mL), Spatel, Messzylinder (100 mL), UV-Lampe (366 nm)

Aufbau

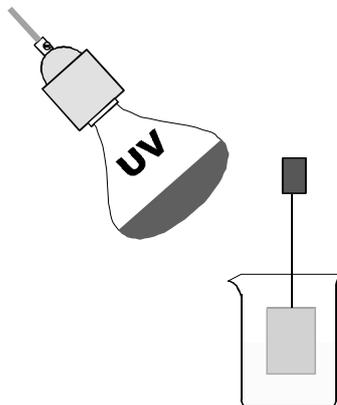


Abbildung 3-5: Schematischer Versuchsaufbau für Dracula-Tee.

Durchführung

In ein 250 mL-Becherglas werden 100 mL Essigsäureethylester und 10 mL Wasserstoffperoxid-Lösung ($w = 0,3$) sowie eine Spatelspitze DNPO (Bis(2,4-dinitrophenyl)-

oxalat) oder eine Spatelspitze TCPO (Bis(2,4,6-trichlorophenyl)-oxalat) gegeben. Anschließend wird ein Pfefferminzteebeutel in das Becherglas gehalten. Die Lösung wird unter dem UV-Licht betrachtet.

Anmerkung: Bei DNPO ist ein auf und ab Bewegen des Teebeutels notwendig, um eine dauerhafte Lumineszenz herbeizuführen. Bei TCPO ist es ausreichend, den Teebeutel in das Becherglas zu geben.

Beobachtung

Sowohl mit DNPO als auch mit TCPO lassen sich unter UV-Licht intensiv rot leuchtende Lösungen herstellen. Das Leuchten klingt bei der Verwendung von DNPO sehr schnell ab, ist dafür sehr intensiv. Bei TCPO hält sich das Leuchten über einen längeren Zeitraum konstant, dafür aber etwas schwächer als bei DNPO. In beiden Fällen kann das Leuchten durch erneute Oxalat-Zugabe wiederholt werden.

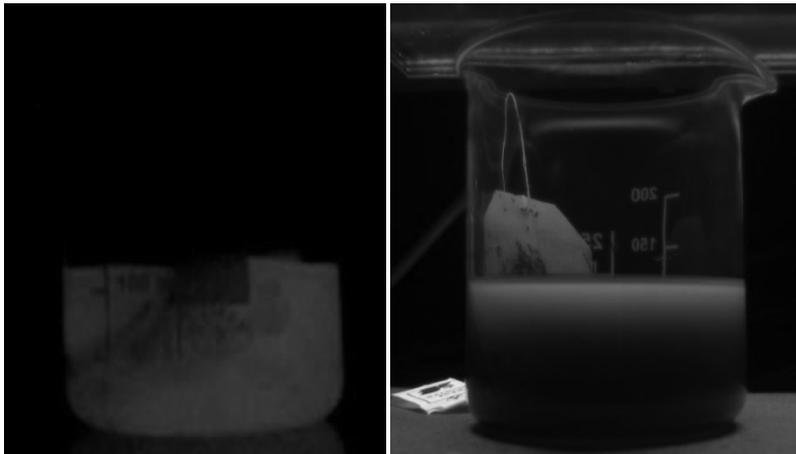


Abbildung 3-6: Dracula-Tee unter der UV-Lampe mit Verwendung von DNPO (links) und TCPO (rechts).

Entsorgung

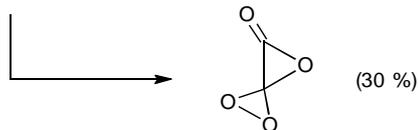
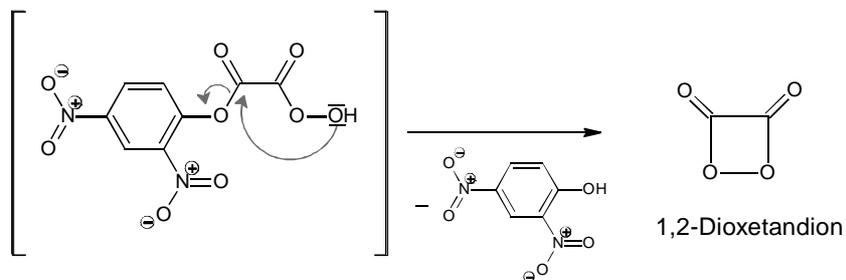
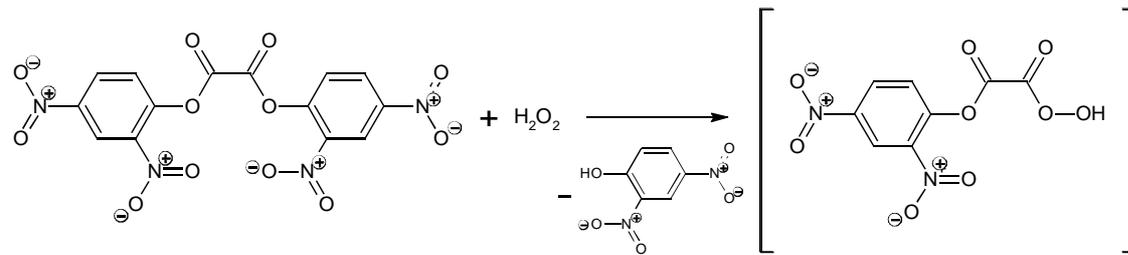
Der Teebeutel kann trocken in die Feststoffabfälle entsorgt werden. Der Wasserstoffperoxid-Anteil der Lösung muss verkocht werden; anschließend kann die Lösung in den Behälter für organische Lösungsmittel gegeben werden.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

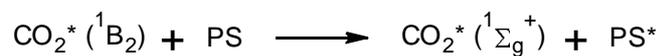
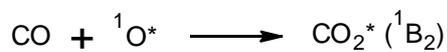
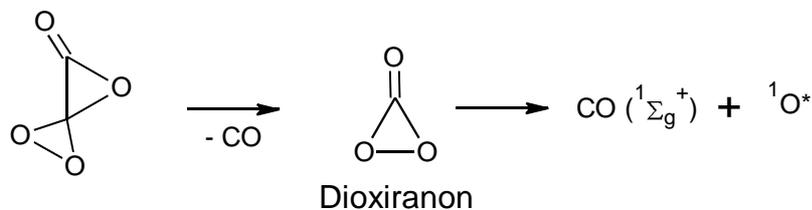
Für die Lumineszenzreaktion ist wiederum das Chlorophyll, welches im Pfefferminzteebeutel enthalten ist, entscheidend (vgl. Theorie der Fluoreszenz von Chlorophyll, S. 61). Chlorophyll ist zwar nicht wasserlöslich, was aus seiner unpolaren Molekülstruktur (vgl. Abbildung 3-4: Struktur von Chlorophyll a und b.) hervorgeht, aber kann mit diversen aprotischen Lösungsmitteln aus Blättern extrahiert werden. Neben den in Versuch 1 verwendeten Lösungsmitteln Propanon und Ethanol kann auch Essigsäureethylester zu Lösen des Chlorophylls aus chlorophyllhaltigen Stoffen gebraucht werden.

Der Oxalsäureester unterliegt zunächst einer Perhydrolyse, in welcher Wasserstoffperoxid durch 2,4-Dinitrophenol substituiert wird. Infolge eines Ringschlusses zum 1,2-Dioxetandion wird das zweite Molekül 2,4-Dinitrophenol abgespalten. Die weitere Reaktion verläuft zweigeteilt. Zum einen entsteht zu 70 % Kohlenstoffdioxid durch die Zersetzung des Dioxetandions. Zum anderen wird ein instabiles Oxalsäureperoxyanhydrid gebildet, welches die restlichen 30 % der Gesamtreaktion ausmacht. Dieses zerfällt im Folgenden zu Kohlenstoffmonoxid und Dioxiranon. Das Dioxiranon zerfällt wiederum zu Kohlenstoffmonoxid und atomarem Sauerstoff im Singulettzustand. Der atomare Sauerstoff vermag dann mit dem Kohlenstoffmonoxid zu angeregtem Kohlenstoffdioxid im Singulettzustand zu reagieren. Das angeregte Kohlenstoffdioxid fungiert letztlich als Überträger und gibt die Anregungsenergie an das Chlorophyll ab, welches in diesem Versuch als Photosensibilisator (PS) dient. Der Photosensibilisator kehrt dann unter Lichtemission in seinen elektronischen Grundzustand zurück.²⁰⁶

²⁰⁶ Vgl. Brandl, Herbert: Chemolumineszenz. In: Wöhrle, Dieter; Michael Tausch und Wolf-Dieter Stohrer (Hrsg.): Photochemie: Konzepte, Methoden, Experimente. Weinheim 2005. S. 247.



Oxalsäureperoxyanhydrid (Dioxiranform)

Abbildung 3-7: Mechanismus der Reaktion von DNPO mit Wasserstoffperoxid.²⁰⁷

²⁰⁷ Eigene Darstellung nach Brandl, Herbert: Chemolumineszenz. In: Wöhrle, Dieter; Michael Tausch und Wolf-Dieter Stohrer (Hrsg.): Photochemie: Konzepte, Methoden, Experimente. Weinheim 2005. S. 247.