

Bioluminescentie: chemoluminescentie in het labo

Leerkrachtenversie

In het overgrote deel van de oceaan is het pikdonker. Alleen in de bovenste 100-200 meter kan zonlicht doordringen. In diepere lagen vormen organismen die zelf licht uitstralen, bioluminescente organismen, de enige lichtbron. Die wezens produceren licht o.a. als lokmiddel voor een prooi of partner, of als verdedigingsmechanisme tegen belagers.

In dit chemisch experiment observeren leerlingen deze bioluminescentie.

Tijdsduur: 1-2 uren

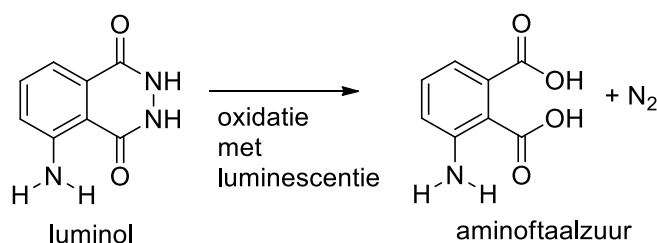
Niveau: derde graad secundair

Inleiding:

Een van de meest indrukwekkende chemische reacties is een reactie met een lichtuitstraling. Licht kan geproduceerd worden indien de chemische reactie een reactieproduct oplevert in een elektronisch aangeslagen of geëxciteerde toestand. Een molecule in een elektronisch aangeslagen toestand heeft een of twee elektronen in een orbitaal dat geen elektronen bevat wanneer de molecule zich in zijn laagst-energetische toestand (de grondtoestand) bevindt.

Na verloop van (een gewoonlijk korte) tijd gaat de molecule in de aangeslagen toestand opnieuw over naar zijn grondtoestand. Daar komt energie bij vrij. Dit gebeurt meestal in de vorm van warmte (niet-radiatief), maar soms ook als een lichtstraal (radiatief). De frequentie ν van het uitgestraalde licht hangt af van ΔE (= de energie in de aangeslagen toestand min de energie in de grondtoestand): $h\nu = \Delta E$ met h de constante van Planck. De lichtstraling zelf noemen we *chemoluminescentie*.

Deze 'gloeiende' reacties zijn over het algemeen oxidaties. Hydrazine ($\text{H}_2\text{N-NH}_2$) en hydrazine-derivaten kunnen door oxidatie fraaie chemoluminescenties vertonen. Luminol ($\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2$) is zo'n hydrazine-derivaat. Bij oxidatie van luminol komt blauw licht vrij.



Chemoluminescentie is geen uitzondering in de natuur en al zeker niet in het overgrote deel van de oceaan waar het pikdonker is. Organismen die zelf licht uitstralen – *bioluminescente organismen* – vormen er de enige lichtbron. We maken even kennis met dit fenomeen via volgend artikel: <https://www.vliz.be/testerep/nl/2021-05-de-lichtjes-van-de-zee>

Materiaal:

- weegschaal
- spatel
- 2 maatkolven 100 ml
- erlenmeyer 250 ml
- erlenmeyer 1000 ml
- maatcilinder
- horlogeglas
- trechter
- luminol
- NaOH-oplossing met een concentratie van 5 mol/l
- 3% $K_3[Fe(CN)_6]$ -oplossing
- gedestilleerd water
- H_2O_2 (30%)

Vorbereidende berekeningen:

- (1) Bereken hoe je met NaOH-pellets een NaOH-oplossing met een concentratie van 5 mol/l maakt. Om het experiment eenmalig uit te voeren heb je 35 ml nodig. Het is handig om een iets grotere hoeveelheid te maken, bv. 100 ml.

Deze oplossing bevat 5 mol/l. Dus voor 100 ml oplossing hebben we 0,5 mol nodig. Met welke massa komt dit overeen? $m = n \cdot M$ dus $m = 0,5 \text{ mol} \cdot 39,997 \text{ g/mol} = 20,0 \text{ g}$.

- (2) Bereken hoe je een 3% $K_3[Fe(CN)_6]$ -oplossing maakt. Om het experiment eenmalig uit te voeren heb je 20 ml nodig. Opnieuw raden we aan om met een maatkolf van 100 ml te werken. Basisregel: 1% = 1 gram opgeloste stof in 100 ml oplosmiddel.

Een 3%-oplossing betekent 3 g $K_3[Fe(CN)_6]$ afwegen, in een maatkolf doen en aanlengen met gedestilleerd water tot 100 ml.


Veiligheid:




Onderstaande H- en P-codes hebben betrekking op de chemicaliën waar je in dit practicum mee werkt. Zoek op wat deze betekenen zodat je op een veilige manier het experiment kan uitvoeren. Je hebt hiervoor een computer nodig.

Chemische stof	H- of P-code	Betekenis
NaOH	H314	<i>Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsels.</i>
	P280	<i>Beschermende kledij dragen.</i>
	P301+P330+P331	<i>Na inslikken → de mond spoelen – geen braken opwekken.</i>

	P305+P351+P338	<i>Bij contact met de ogen → voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen.</i>
K ₃ [Fe(CN) ₆]	H411	<i>Giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen.</i>
	P273	<i>Voorkom lozing in het milieu.</i>
luminol	Geen H- en P-codes	/
H ₂ O ₂ (30%)	H302	<i>Schadelijk bij inslikken.</i>
	H318	<i>Veroorzaakt ernstig oogletsel.</i>
	P280	<i>Beschermende kledij dragen.</i>
	P301+P312	<i>Na inslikken: bij onwel voelen een antigifcentrum/arts/... raadplegen.</i>
	P305+P351+P338	<i>Bij contact met de ogen → voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen.</i>

Zoek ook even de bijhorende GHS-symbolen op (GHS = Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals).

Chemische stof	GHS-code	Betekenis
NaOH	GHS05 	<i>Corrosief (bijtend).</i>

$K_3[Fe(CN)_6]$	GHS09 	<i>Milieugevaarlijk.</i>
Luminol	Geen GHS-code	/
H_2O_2 (30%)	GHS07 	<i>Schadelijk.</i>
	GHS05 	<i>Corrosief (bijtend).</i>

Procedure:

(1) Bereiding van de alkalische luminoloplossing

- Maak een NaOH-oplossing met een concentratie van 5 mol/l in een maatkolf. Je weegt hiervoor de berekende hoeveelheid NaOH af, voegt dit toe aan een maatkolf van 100 ml en lengt aan met gedestilleerd water.
- Giet met een maatcilinder 35 ml NaOH-oplossing in een erlenmeyer van 250 ml.
- Weeg 0,15 g luminol af en los dit op in bovenstaande oplossing.
- Goed laten oplossen (voorzichtig!).
- Leng met gedestilleerd water aan tot 200 ml.

(2) Bereiding van de ijzer(III)oplossing

- Maak een 3% $K_3[Fe(CN)_6]$ -oplossing in een maatkolf. Je weegt hiervoor de berekende hoeveelheid $K_3[Fe(CN)_6]$ af, voegt dit toe aan een maatkolf van 100 ml en lengt aan met gedestilleerd water.
- Giet met een maatcilinder 20 ml $K_3[Fe(CN)_6]$ -oplossing in een erlenmeyer van 1000 ml.
- Voeg met een maatcilinder 20 ml H_2O_2 (30%) toe.
- Voeg met een maatcilinder 160 ml gedestilleerd water toe.

(3) Waarneming luminescentie

- Zoek een donker hoekje op.
- Giet in één keer de basische luminoloplossing in de erlenmeyer (1000 ml) met de ijzer(III)-oplossing.