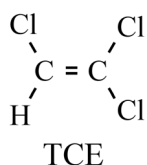


Op plaatsen waar wasserijen hebben gestaan, is het grondwater vaak verontreinigd met trichlooretheen (TCE).



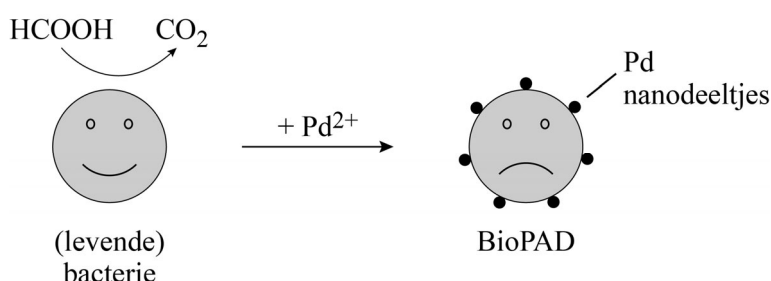
De vloeistof TCE wordt gebruikt om bepaalde soorten textiel te reinigen.

- 2p 29 Leg uit welk soort vuil met behulp van TCE verwijderd kan worden uit textiel: hydrofiel of hydrofoob vuil.

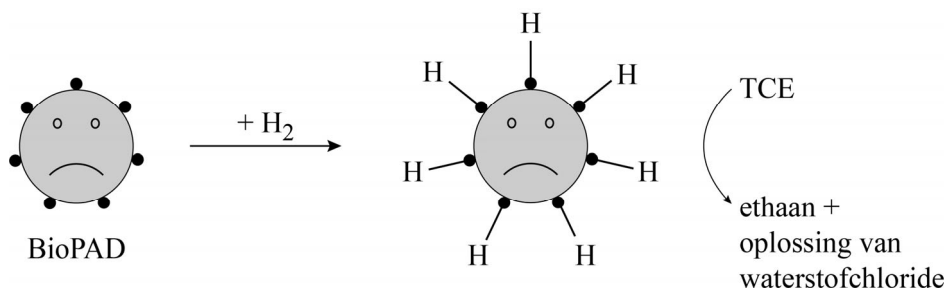
In een laboratorium wordt een methode onderzocht om grondwater waarin TCE voorkomt, te zuiveren. BioPAD is het middel dat daarbij een essentiële rol speelt. BioPAD bestaat uit zeer kleine korreltjes van het metaal palladium (Pd) die via een reactie op de buitenkant van bacteriën terecht zijn gekomen. In figuur 1 zijn de vorming van BioPAD (figuur 1A) en het zuiveringsproces (figuur 1B) schematisch weergegeven.

figuur 1

A. Vorming van BioPAD



B. Zuiveringsproces



naar: [www.avecom.be](http://www.avecom.be)

Om BioPAD te vormen (figuur 1A) wordt eerst een oplossing van methaanzuur (HCOOH) toegevoegd aan een suspensie van bacteriën. Daarna wordt een oplossing van palladiumchloride (PdCl<sub>2</sub>) toegevoegd. Onder invloed van enzymen in de bacteriën treedt een reactie op. Hierbij wordt HCOOH omgezet tot CO<sub>2</sub> en wordt het metaal palladium gevormd uit Pd<sup>2+</sup>-ionen.

Het gevormde palladium hecht zich in de vorm van zeer kleine korreltjes (met een diameter van ongeveer 30 nanometer) aan de celwand van de bacteriën. De bacteriën sterven vervolgens af. De celwand blijft echter heel. Tijdens het zuiveringsproces (figuur 1B) wordt H<sub>2</sub>-gas toegevoegd, waarbij waterstofatomen zich hechten aan de palladiumkorreltjes.

- 1p 30 Welk soort chemische binding wordt verbroken bij de omzetting van H<sub>2</sub> tot waterstofatomen?

De vergelijking van de totale reactie die optreedt tijdens het zuiveringsproces (figuur 1B) is hieronder schematisch weergegeven.



- 3p 31 Maak deze vergelijking van de totale reactie van het zuiveringsproces compleet.
- Maak gebruik van informatie in figuur 1B.
  - Vervang TCE en ethaan door molecuulformules.
  - Zet formules van de ontbrekende deeltjes op de plaats van de stippelijntjes.
  - Maak de vergelijking kloppend.

Voor de omzetting van TCE tot onder andere ethaan zou ook palladiumpoeder als katalysator gebruikt kunnen worden. Een belangrijk voordeel van BioPAD als katalysator is dat de Pd-deeltjes niet samenklonteren tot grotere deeltjes.

- 2p 32 Leg uit waarom dit een voordeel is bij dit proces.

De zuivering van water dat verontreinigd is met TCE wordt uitgevoerd in een reactor waarin een membraan is aangebracht. De opgeloste stoffen kunnen het membraan passeren, maar BioPAD niet.

- 2p 33 Geef twee redenen waarom het gunstig is dat BioPAD in de reactor achterblijft.

---

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.