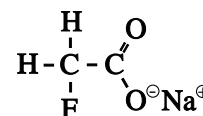


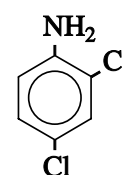
1080

1080 (ten-eighty) is de triviale naam van het natriumzout van fluorazijnzuur. 1080 is zeer giftig en wordt gebruikt als bestrijdingsmiddel tegen ongedierte. De structuurformule van 1080 is hiernaast afgebeeld.



In Nieuw-Zeeland wordt 1080 vaak gebruikt om schadelijke knaagdieren te bestrijden. Boven bebost gebied worden brokken lokaas met 1080 vanuit vliegtuigen over het terrein uitgeworpen. Eén van de risico's aan deze manier van verspreiden, is dat 1080 in rivieren en meren, en dus ook in het drinkwater terecht kan komen. Hierdoor kunnen ook mensen onbedoeld in aanraking komen met het gif.

Er is een aantal methoden ontwikkeld om gehalten aan 1080 in water te bepalen. Bij één van die methoden wordt gebruik gemaakt van een stof die wordt aangeduid met de afkorting DCA. De structuurformule van DCA is hiernaast afgebeeld.



- 3p **6** Geef de systematische naam van DCA.

Bij deze analysemethode laat men 1080 reageren met DCA en wordt de concentratie van het ontstane product bepaald. De laagste concentratie 1080 die men met deze methode kan meten, bedraagt $6 \cdot 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$.

In Nieuw-Zeeland is de maximale concentratie waarin 1080 in het (drink)water mag voorkomen, vastgesteld op $2 \cdot 10^{-3}$ massa-ppm.

- 3p **7** Laat aan de hand van een berekening zien dat 1080 met de hierboven beschreven analysemethode kan worden aangetoond wanneer deze stof voorkomt in de maximaal toelaatbare concentratie in Nieuw-Zeeland. De dichtheid van (drink)water is $1,0 \cdot 10^3 \text{ g L}^{-1}$.

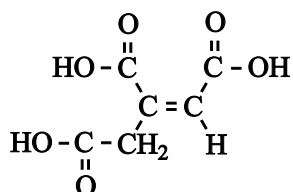
De giftigheid van 1080 komt voort uit het feit dat na inname van de stof de citroenzuurcyclus wordt geblokkeerd. De citroenzuurcyclus is een reeks van enzymatische omzettingen die een belangrijke rol speelt bij de energievoorziening in levende organismen. Door blokkade van de cyclus als gevolg van inname van 1080 komt de energievoorziening van het organisme in gevaar, wat de dood tot gevolg kan hebben. De reacties die optreden in de citroenzuurcyclus staan in Binas-tabel 68C.

Na inname van 1080 wordt deze stof in een aantal stappen enzymatisch omgezet tot de stof fluorcitraanzuur. Deze stof lijkt veel op citroenzuur. Het verschil tussen fluorcitraanzuur en citroenzuur is dat in een molecuul fluorcitraanzuur één fluoratoom aan een koolstofatoom is gebonden op de plaats waar in een molecuul citroenzuur een waterstofatoom aan een koolstofatoom is gebonden. Van fluorcitraanzuur bestaan verschillende stereo-isomeren, van citroenzuur niet.

- 3p **8** Geef de structuurformule van fluorcitraanzuur. Geef hierin met een sterretje aan welk koolstofatoom asymmetrisch is of welke koolstofatomen asymmetrisch zijn.

Onder normale omstandigheden wordt citroenzuur in de eerste twee stappen van de citroenzuurcyclus door het enzym aconitase omgezet tot isocitroenzuur. Als tussenproduct wordt hierbij een stof gevormd die *cis*-aconietzuur wordt genoemd. Aconietzuur is geen systematische naam; behalve *cis*-aconietzuur bestaat ook *trans*-aconietzuur.

Uit Binas-tabel 68C is af te leiden dat de structuurformule van *cis*-aconietzuur als volgt kan worden weergegeven:



Aconitase kan echter ook fluorcitraenzuur omzetten.

Om te onderzoeken welke stereo-isomeer van fluorcitraenzuur verantwoordelijk is voor de blokkade van de citroenzuurcyclus, liet men stereo-isomeren van deze stof reageren met het enzym aconitase.

Men vond dat één van de stereo-isomeren van fluorcitraenzuur door aconitase wordt omgezet tot een stof die wordt aangeduid met de naam 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur en dat geen verdere omzetting tot isocitraenzuur plaatsvindt.

- 2p 9 Geef de structuurformule van 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur. Ga ervan uit dat de plaatsaanduiding van een OH groep een lagere prioriteit heeft dan de plaatsaanduiding van een C = C binding.

Men neemt aan dat in een levend organisme uit de stof 1080 de stereo-isomeer van fluorcitraenzuur wordt gevormd die door aconitase wordt omgezet tot 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur. Dit 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur zorgt ervoor dat aconitase niet meer in staat is citroenzuur om te zetten (tot isocitraenzuur). Als gevolg daarvan komt de energievoorziening van het organisme stil te liggen en hoopt citroenzuur zich op. Beide effecten leiden tot de dood van het organisme. Het moleculaire mechanisme van de omzetting door aconitase van fluorcitraenzuur tot 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur is onderzocht. Dit onderzoek heeft uitgewezen dat per molecuul aconitase slechts één molecuul fluorcitraenzuur wordt omgezet tot een molecuul 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur.

- 2p 10 Geef een mogelijke verklaring voor het feit dat aconitase door de vorming van 4-hydroxy-*trans*-aconietzuur niet meer in staat is citroenzuur om te zetten. Maak hierbij gebruik van de gegevens uit het onderzoek naar het moleculaire mechanisme.