

Bijspijkerprogramma vwo scheikunde onderdeel 38 (gas)chromatografie

Leerdoelen

- Je kunt bij chromatografie uitleggen welke stof uit een mengsel de grootste Rf-waarde heeft als je weet wat het oplosmiddel is en waar stationaire fase van is gemaakt.
- Je kunt bij gaschromatografie uitleggen welke stof uit een mengsel de grootste retentietijd heeft als je weet waar de stationaire fase van is gemaakt.
- Je kunt met behulp van de oppervlakten onder de pieken bij gaschromatografie hoeveel van elke stof je hebt.

Bij papierchromatografie zal de stof die het beste oplost in de loopvloeistof en het slechtste bindt aan het papier (de stationaire fase) het hoogst komen. Deze stof heeft de grootste Rf-waarde, dat is de afstand die de vlek heeft afgelegd gedeeld door de afstand die de loopvloeistof heeft afgelegd.

Bij gaschromatografie zal de stof die het beste bindt aan de kolom het langst erover doen. Die stof heeft de grootste retentietijd. Hoe groter de oppervlakte onder de piek van een stof in een chromatogram, hoe meer er van die stof aanwezig is.

[Uitlegfilmpje](#)



[Examenopgave](#)

[nog een examenopgave](#)



Opgave 1

Sjakie heeft een mengsel van pentaan, hexaan, methanol en propaan-1,2,3-triol.

- Leg uit wat de minimale temperatuur is waarbij deze stoffen met gaschromatografie van elkaar gescheiden kunnen worden.
- Leg uit welke stof de grootste retentietijd heeft. Hij gebruikt een polair kolom.
- Leg uit hoe hij kan bepalen hoeveel gram methanol in het mengsel aanwezig is.

Opgave 2

Trimethylamine, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$, is bij kamertemperatuur een gasvormige stof met een onaangename geur (rotte vis). Deze stof wordt onder invloed van bacterien in het lichaam uit voedsel gevormd. In de lever wordt trimethylamine omgezet tot trimethylamine-oxide, $(\text{CH}_3)_3\text{NO}$. Deze omzetting gebeurt onder invloed van een enzym dat wordt aangeduid met FMO. Trimethylamine-oxide is reukloos en wordt via de urine uitgescheiden.

Er zijn mensen die het enzym FMO niet, of in onvoldoende hoeveelheid, kunnen aanmaken. De omzetting van trimethylamine tot trimethylamine-oxide gebeurt daardoor niet of in zeer geringe mate. Trimethylamine hoopt zich bij deze mensen op in het lichaam. Uitscheiding van trimethylamine gebeurt via de urine, maar voor een niet onbelangrijk deel ook via de adem en het zweet. Deze mensen verspreiden daarbij een onaangename vislucht. Ze geraken daardoor vaak in een sociaal isolement. Deze aandoening staat bekend als het visluchtsyndroom.

Voedsel bestaat hoofdzakelijk uit eiwitten, koolhydraten en vetten. Mensen die lijden aan het visluchtsyndroom krijgen vaak een eiwitarm dieet voorgeschreven.

- a. Leg uit waarom een dieet met weinig eiwit wel helpt bij het visluchtsyndroom en een dieet met weinig vet niet. Betrek in je uitleg de samenstelling van de genoemde stoffen.

Zweet bestaat uit water waarin een groot aantal verschillende stoffen is opgelost. Zweet heeft als functie de temperatuur van het lichaam te reguleren. Bij het verdampen van zweet wordt warmte aan het lichaam onttrokken. Wanneer trimethylamine in het zweet is opgelost, verdampt dat mee, waardoor de betreffende persoon naar vis ruikt. Wassen met bepaalde soorten zeep kan de vislucht verminderen. In een Engels tijdschrift staat hierover het volgende:

Tekst-fragment 1 Uit onderzoek is gebleken dat door gebruik van zepen met een pH waarde 5,5-6,5 bij sommige patiënten de stank drastisch afnam. De werking van die zepen berust erop dat uitgescheiden trimethylamine (een sterke base) wordt vastgehouden in de vorm van een veel minder vluchtig zout.

vertaald naar: H. U. Rehman, Fish odour syndrome, Postgrad Med J 1999

- b. Geef een verklaring voor het ontstaan van het zout dat in tekstfragment 1 wordt bedoeld.

Of iemand wel of niet aan het visluchtsyndroom lijdt, is niet altijd duidelijk. Mensen met een milde vorm van deze afwijking verspreiden slechts af en toe een vislucht.

De ernst van de aandoening kan door onderzoek worden vastgesteld. De man of vrouw die wordt onderzocht, krijgt een hoeveelheid trimethylamine toegediend waarna zijn/haar urine gedurende een aantal uren wordt verzameld. Bij dit onderzoek wordt de waarde van het quotiënt $\frac{[\text{TMAO}]}{[\text{TMAO}] + [\text{TMA}]}$

berekend. Hierin is [TMAO] de concentratie van trimethylamine-oxide in de verzamelde urine en [TMA] de concentratie van trimethylamine in de verzamelde urine. Bij mensen die niet aan het visluchtsyndroom lijden, is de waarde van dit quotiënt 0,9 of hoger. Bij de ernstige vorm van het visluchtsyndroom is de waarde van de breuk kleiner dan 0,4. Bij de milde vorm schommelt de waarde van het quotiënt tussen de genoemde grenzen.

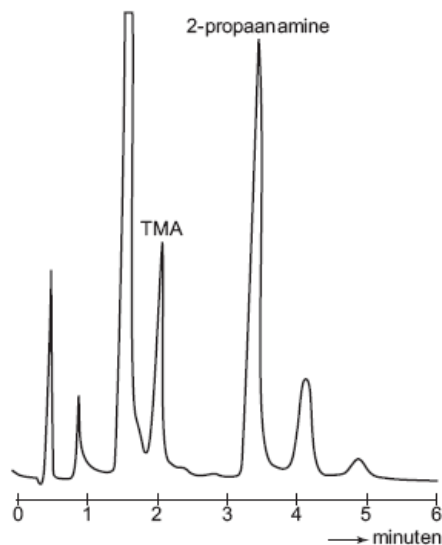
Bij deze bepaling, die met een gaschromatograaf wordt uitgevoerd, wordt aan de verzamelde urine eerst een kleine hoeveelheid propaan-2-amine toegevoegd. Dit propaan-2-amine dient uitsluitend als referentiestof; tijdens de bepaling reageert het niet met andere stoffen. De oplossing die is ontstaan na het toevoegen van propaan-2-amine wordt in twee delen verdeeld, oplossing A en oplossing B.

Aan oplossing A wordt een Ti^{3+} oplossing toegevoegd. Alle aanwezige trimethylamine-oxide wordt hierdoor omgezet tot trimethylamine; Ti^{3+} reageert hierbij tot Ti^{4+} .

- c Leid met behulp van de vergelijkingen van de twee halfreacties de vergelijking of van de totale redoxreactie tussen trimethylamine-oxide en Ti^{3+} . In de vergelijking van de halfreactie van trimethylamine-oxide komen behalve de formules van trimethylamine-oxide en trimethylamine ook nog H_2O , H^+ en elektronen voor.

Aan oplossing B worden geen andere stoffen toegevoegd.

In een gaschromatograaf wordt een hoeveelheid ($5,0 \mu\text{L}$) van oplossing B gebracht. Een gedeelte van het chromatogram (chromatogram 1) dat daarbij ontstaat, is hieronder afgebeeld. De piek bij retentietijd 2,1 minuten is van trimethylamine en de piek bij retentietijd 3,4 minuten is van propaan-2-amine.



chromatogram 1

Van de oplossing die is ontstaan nadat de Ti^{3+} oplossing aan oplossing A is toegevoegd, wordt ook een chromatogram opgenomen (chromatogram 2 – niet afgebeeld). Bij het maken van de chromatogrammen wordt in beide gevallen dezelfde hoeveelheid oplossing ($5,0 \mu\text{L}$) in de gaschromatograaf gebracht.

In chromatogram 2 is de oppervlakte van de piek van trimethylamine aanzienlijk groter dan in chromatogram 1. Bovendien is de oppervlakte van de piek van propaan-2-amine in chromatogram 2 kleiner dan in chromatogram 1. Dit laatste verschil heeft op de uitkomst van het onderzoek geen invloed.

Bij een onderzoek van iemand die aan het visluchtsyndroom lijdt, was de verhouding tussen de piekoppervlaktes van trimethylamine en propaan-2-amine in chromatogram 1 gelijk aan $0,35 : 1,0$. Na de behandeling met de Ti^{3+} oplossing was de verhouding tussen de piekoppervlaktes van trimethylamine en 2-propaanamine $0,89 : 1,0$.

d. Geef een verklaring voor het feit dat de piekoppervlakte van propaan-2-amine in chromatogram 2 kleiner is dan in chromatogram 1.

e. Leg uit waarom dit op de uitkomst van het onderzoek geen invloed heeft.

f. Ga door middel van een berekening na of de onderzochte persoon lijdt aan een milde of aan een ernstige vorm van het visluchtsyndroom.

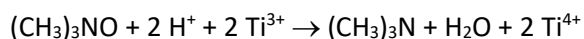
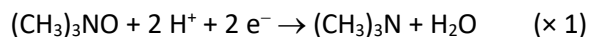
Antwoorden

Opgave 1

- Alle stoffen moeten in de gasfase zijn, dus je moet boven het kookpunt zitten van de stof met het hoogste kookpunt. Zie binas 42B. propaan-1,2,3-triol heeft het hoogste kookpunt: 563 K. Dus de temperatuur moet hoger liggen dan 563 K (=290°C).
- De stof die het meest polair is zal het beste binden aan de polaire kolom en heeft dus de grootste retentietijd. Omdat propaan-1,2,3-triol de meeste -OH groepen heeft is deze stof het meest polair en heeft dus de grootste retentietijd.
- Hij doet twee experimenten. Eerst doet hij gaschromatografie met een bekende hoeveelheid van het mengsel. Daarna herhaalt hij de proef met dezelfde hoeveelheid van het mengsel waaraan hij 1,00 gram methanol heeft toegevoegd. De piek van methanol zal nu een groter oppervlak hebben. De toename van het piekoppervlak komt overeen met 1,00 gram. Hiermee kan hij met het piekoppervlak van de methanolpiek in het eerste experiment berekenen hoeveel gram methanol in het mengsel aanwezig is.

Opgave 2

- In eiwitten komt behalve de elementen C, H en O ook het element N voor, dus daaruit kan trimethylamine worden gevormd. In vetten komen alleen de elementen C, H en O voor en komt het element N niet voor, dus daaruit kan trimethylamine niet worden gevormd. Dus heeft beperking van de hoeveelheid eiwit in het voedsel wel zin en de beperking van de hoeveelheid vet niet.
- De zeep met pH 5,5 – 6,5 is zuur. Trimethylaminemoleculen reageren met de zeepdeeltjes en worden omgezet tot $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$ ionen. Met negatieve ionen die ook in het zweet voorkomen, wordt een zout gevormd.
-



- Door het toevoegen van de Ti^{3+} oplossing is de concentratie van propaan-2-amine kleiner geworden.
- De concentraties van de overige stoffen zijn met dezelfde factor kleiner geworden; bij het berekenen van de verhouding tussen de piekoppervlaktes 'valt de verdunningsfactor eruit'.
- Uit chromatogram 1 volgt dat $\frac{[\text{TMA}]}{[\text{propaan-2-amine}]} = 0,35 \Rightarrow [\text{TMA}] = 0,35[\text{propaan-2-amine}]$

uit chromatogram 2 volgt dat $\frac{[\text{TMAO}] + [\text{TMA}]}{[\text{propaan-2-amine}]} = 0,89 \rightarrow$

$$[\text{TMAO}]: 0,89 \times [\text{propaan-2-amine}] - 0,35 \times [\text{propaan-2-amine}]$$

$$\frac{[\text{TMAO}]}{[\text{TMAO}] + [\text{TMA}]} = \frac{0,89 \times [\text{propaan-2-amine}] - 0,35 \times [\text{propaan-2-amine}]}{0,89 \times [\text{propaan-2-amine}]} = 0,688$$

De onderzochte persoon heeft dus een milde vorm van het visluchtsyndroom.