

## Alcoholtest

Na alcoholconsumptie komt er alcohol (ethanol) in het bloed terecht. In de lever wordt alcohol onder invloed van het enzym alcohol-dehydrogenase omgezet tot acetaldehyde (ethanal). Vervolgens wordt acetaldehyde omgezet tot azijnzuur (ethaanzuur) onder invloed van het enzym aldehyde-dehydrogenase.

Een te hoge concentratie acetaldehyde veroorzaakt misselijkheid. Mensen met een alcoholprobleem krijgen wel eens een middel voorgeschreven dat de werking van één van de genoemde enzymen blokkeert. Wanneer men dit middel gebruikt, voelt men zich al na het drinken van weinig alcohol misselijk.

- 2p 1 □ Leg uit van welk van de twee genoemde enzymen de werking wordt geblokkeerd door dat middel.

Niet alle alcohol wordt, na alcoholconsumptie, in de lever onmiddellijk afgebroken.

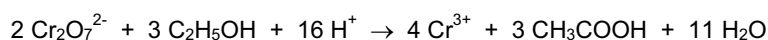
Daardoor komt het ook, via de longen, in uitgeademde lucht terecht.

Er is uitgebreid onderzoek geweest of het alcoholgehalte in de uitgeademde lucht mag worden gebruikt om vast te stellen of iemand 'onder invloed' deelneemt aan het verkeer.

Mede naar aanleiding van dit onderzoek is vastgelegd dat men in Nederland strafbaar is als men aan het verkeer deelneemt met meer dan  $220 \mu\text{g}$  alcohol per  $\text{dm}^3$  uitgeademde lucht.

Twee leerlingen willen voor hun profielwerkstuk een zogenoemd blaaspijpje maken, waarmee ze het alcoholgehalte in uitgeademde lucht kunnen bepalen. Op internet hebben ze onderstaande informatie voor het maken van zo'n blaaspijpje gevonden:

De omzetting van het gele dichromaat-ion tot het groene chroom(III)ion wordt gebruikt:



Laat 1,0 g silicagel een dag liggen in een oplossing van 20 mL 0,10 M  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  en 10 mL 6 M zwavelzuur. Het silicagel absorbeert 0,20 procent van de opgeloste hoeveelheid kaliumdichromaat (plus voldoende zwavelzuur).

Filtreer het mengsel en laat de nu geel gekleurde korreltjes een dag drogen aan de lucht. Sluit een glazen buisje met wat katoen aan één kant af. Breng alle gedroogde silicagel in het buisje en sluit het andere eind ook af met wat katoen.

De reactie waarvan de vergelijking is gegeven, is een redoxreactie.

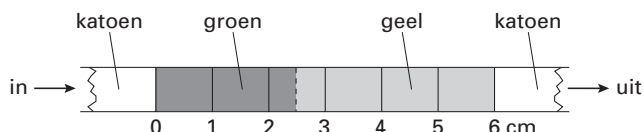
- 3p 2 □ Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van alcohol tot azijnzuur zoals die in het blaaspijpje plaatsvindt. Gebruik hierin voor alcohol en ethaanzuur molecuulformules. Naast deze molecuulformules komen in de reactievergelijking onder andere ook  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{H}^+$  voor.

Met behulp van bovengenoemde hoeveelheden maken de leerlingen één blaaspijpje.

De korreltjes silicagel met het geabsorbeerde kaliumdichromaat (plus zwavelzuur) worden in het glazen buisje verdeeld over een lengte van 6,0 cm.

Wanneer uitgeademde lucht die alcohol bevat, in zo'n blaaspijpje wordt geblazen, worden de eerste korrels groen. Het grensvlak tussen groen en geel in zo'n blaaspijpje schuift meer naar rechts, naarmate er meer alcohol in zo'n pijpje wordt geblazen. Het resultaat is in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2005-II

Nadat ze op de beschreven manier een blaaspijpje hebben gemaakt, gaan de leerlingen het ijken. De bedoeling daarvan is dat ze voor de gehele lengte van het buisje nagaan hoeveel alcohol per cm reageert.

- 3p **3**  Beschrijf een werkplan om zo'n blaaspijpje over de gehele lengte te ijken.

Uit de ijking blijkt dat 40  $\mu\text{g}$  alcohol heeft gereageerd wanneer het blaaspijpje over een lengte van 1,0 cm groen is geworden en dat dit geldt voor de gehele lengte van het pijpje. Kennelijk heeft in het groene gebied niet alle kaliumdichromaat gereageerd. Met behulp van de gegevens van internet (zie het kader op de vorige pagina) kun je namelijk berekenen dat meer dan 40  $\mu\text{g}$  alcohol kan reageren met de hoeveelheid kaliumdichromaat in 1,0 cm van het blaaspijpje.

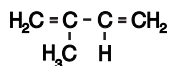
- 5p **4**  Geef deze berekening.

Hierna maken de leerlingen een tweede blaaspijpje op precies dezelfde manier als het eerste. Dit blaaspijpje wordt uitgeprobeerd op een cafébezoeker. Hij blaast 0,50  $\text{dm}^3$  adem door het blaaspijpje. Dit kleurt groen over een lengte van 3,2 cm.

- 2p **5**  Ga door middel van een berekening na of de cafébezoeker strafbaar zou zijn als hij aan het verkeer deelneemt.

## Rozengeur

Isopreen is de triviale naam van de stof met onderstaande structuurformule:



Isopreen kan met waterstofbromide reageren. Daarbij treedt additie op. Eén van de manieren waarop deze additie kan plaatsvinden, is dat de atomen van een molecuul waterstofbromide worden gebonden aan de koolstofatomen van één van beide dubbele bindingen van het isopreenmolecuul. Behalve deze soort additie kan additie van een molecuul waterstofbromide aan een molecuul isopreen ook op een andere manier plaatsvinden. Daarbij worden de atomen van het waterstofbromidemolecuul aan de buitenste koolstofatomen van een isopreenmolecuul gebonden. In dat geval spreekt men van 1,4-additie. Een voorbeeld van een 1,4-additie van een molecuul waterstofbromide aan een molecuul isopreen is hieronder in een reactievergelijking weergegeven:



- 3p 6  Geef de systematische naam van stof A.

Veel stoffen die in de natuur voorkomen, zijn op te vatten als producten die zijn ontstaan uit isopreen. Een voorbeeld van zo'n stof is natuurrubber. Men kan zich indenken dat een molecuul natuurrubber is ontstaan door 1,4-polyadditie van isopreenmoleculen.

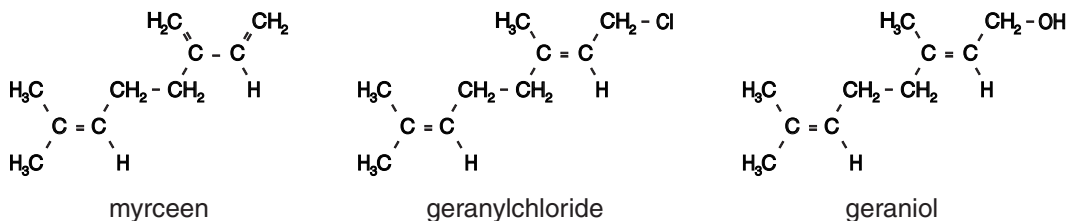
- 3p 7  Geef de structuurformule van een gedeelte uit het midden van een molecuul natuurrubber. In dit gedeelte moeten drie eenheden isopreen voorkomen.

In veel planten komen koolwaterstoffen voor die men terpenen noemt. Terpenen hebben de molecuulformule  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ . Men kan zich indenken dat een molecuul van een terpeen is ontstaan door onderlinge additie van twee moleculen isopreen.

Een voorbeeld van een terpeen is myrceen.

Myrceen dient als grondstof voor de bereiding van diverse geurstoffen. Eén zo'n geurstof is geraniol, een stof die naar rozen ruikt. Bij de bereiding van geraniol uit myrceen wordt als tussenproduct onder andere geranylchloride gevormd.

De structuurformules van myrceen, geranylchloride en geraniol zijn als volgt:



De omzetting van myrceen tot geraniol verloopt in drie stappen.

Stap 1: Myrceen laat men in de molverhouding 1 : 1 met waterstofchloride reageren.

Hierbij ontstaat een mengsel van chloriden, waaronder geranylchloride.

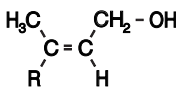
Stap 2: Het mengsel van chloriden dat in stap 1 is ontstaan, laat men reageren met natriumethanoaat. Het geranylchloride wordt hierbij omgezet tot geranylethanoaat, de ester van geraniol en ethaanzuur.

Stap 3: Door reactie met een oplossing van een stof X wordt het geranylethanoaat omgezet tot geraniol. Hierbij ontstaat behalve geraniol ook opgelost natriumethanoaat.

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2005-II

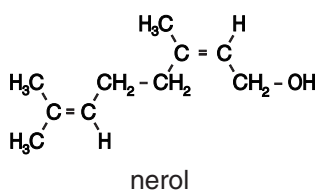
havovwo.nl

- 2p 8  Geef de naam van de stof X die in stap 3 wordt gebruikt.  
3p 9  Geef de reactievergelijking voor de omzetting van geranylethanoaat tot geraniol. Gebruik

hierin voor geraniol de volgende verkorte structuurformule:  en voor geranylethanoaat een vergelijkbare verkorte structuurformule.

Behalve geraniol ontstaat bij deze bereiding ook de stereo-isomeer van geraniol, nerol. Deze stof ruikt ook naar rozen.

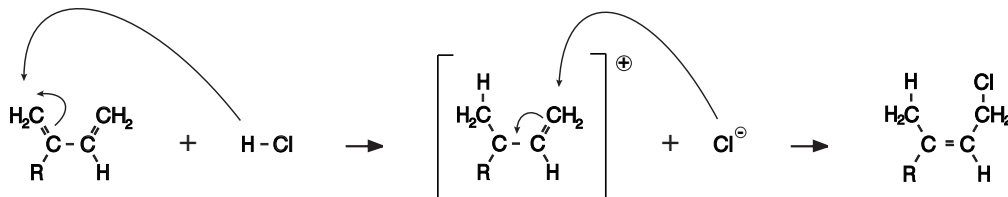
Nerol wordt ook wel *cis*-geraniol genoemd. De structuurformule van nerol is hieronder weergegeven:



Het ontstaan van nerol kan worden verklaard met behulp van het reactiemechanisme van stap 1. Voor het verloop van stap 1 is het volgende reactiemechanisme voorgesteld.

Bij de additie van een waterstofchloridemolecuul aan een molecuul myrceen wordt eerst een  $H^+$  ion aan het myrceenmolecuul gebonden. Daarna wordt aan het ontstane positieve ion een  $Cl^-$  ion gebonden (zie figuur 2).

figuur 2



In deze figuren is met kromme pijlen aangegeven hoe achtereenvolgens het  $H^+$  ion en het  $Cl^-$  ion worden gebonden en hoe de bindingen in het molecuul veranderen. Voor de structuurformule van myrceen is een verkorte schrijfwijze gebruikt.

- 2p 10  Leg uit hoe het ontstaan van nerol kan worden verklaard met het hierboven weergegeven reactiemechanisme voor de vorming van geranylchloride.

In een Amerikaanse publicatie over de hierboven beschreven bereiding van geraniol staat het volgende:

tekst-  
fragment 1

In dit proces wordt myrceen omgezet tot geranylchloride en nerylchloride. Het mengsel van chloriden wordt dan omgezet tot een mengsel van geranylethanoaat en nerylethanoaat. Dit mengsel wordt vervolgens gehydrolyseerd en gezuiverd, zodat geraniol en nerol worden verkregen.

*vertaald uit: The Flavor and Fragrance High Production Volume Consortia,  
The Terpene Consortium*

Je zou verwachten dat in het mengsel dat in stap 1 uit myrceen en waterstofchloride ontstaat ook andere chloriden voorkomen dan de twee genoemde.

- 2p 11  Leg uit dat het mogelijk is dat in het mengsel dat in stap 1 ontstaat, behalve geranylchloride en nerylchloride, ook andere chloriden voorkomen. Geef in je uitleg ook de structuurformule van een chloride dat naar verwachting in stap 1 ook kan ontstaan. Gebruik voor de structuurformule de hiervoor vermelde verkorte schrijfwijze.

## Versnelde verwerking

Het gebruik van fossiele brandstoffen heeft de laatste decennia gezorgd voor een aanzienlijke toename van het koolstofdioxide-gehalte van de atmosfeer. Men neemt aan dat deze toename invloed heeft op het klimaat op aarde: het versterkte broeikas-effect. In het artikel 'Versnelde verwerking', dat in mei 2002 in het tijdschrift *Natuur en Techniek* heeft gestaan, wordt een methode besproken om koolstofdioxide uit de atmosfeer vast te leggen via een natuurlijk proces: de verwerking van het mineraal olivijn. Onderstaande tekst bevat delen uit dit artikel. Lees deze tekst en beantwoord vervolgens de vragen van deze opgave.

tekst

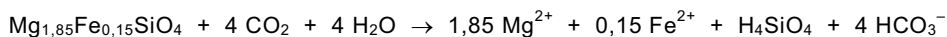
### Chemische verwerking houdt CO<sub>2</sub> binnen de perken

De mensheid onttrekt enorme massa's materiaal aan de aarde (ertsen en mineralen, fossiele brandstoffen, grondwater) of voegt ze eraan toe (kunstmest, bevoeiing, opslag van afval, CO<sub>2</sub>), vrijwel zonder zich zorgen te maken om de consequenties. Tegelijkertijd bestaat er grote huiver tegen grootschalig gebruik van bestaande natuurlijke processen om de schadelijke gevolgen van menselijke ingrepen om te buigen. Te denken valt aan voorstellen om voedselarme delen van de oceaan bij te mesten met mestoverschotten. De verhoogde algengroei zou CO<sub>2</sub> aan de atmosfeer onttrekken. Het voorstel om de natuurlijke verwerking van het mineraal olivijn (zie kader onderaan de pagina) een handje te helpen, om de door de mens veroorzaakte toename van het CO<sub>2</sub>-gehalte van de atmosfeer terug te dringen, roept onmiddellijk dezelfde weerstand op. Vreemd, omdat bekalking van landbouwgronden een algemeen aanvaarde maatregel is, hoewel kalk (in tegenstelling tot olivijn) geen gunstig effect heeft op de CO<sub>2</sub>-vastlegging.

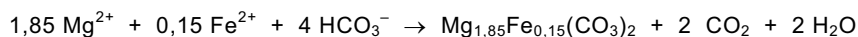
Onlangs is het voorstel gelanceerd om CO<sub>2</sub> bij puntbronnen zoals olieraffinaderijen en kolencentrales af te vangen en daarmee bij verhoogde temperatuur silicaten om te zetten in carbonaten. Met het silicaat olivijn blijkt de reactie snel te verlopen – binnen hooguit enkele uren – en de producten zijn gehydrateerde amorfe silica (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) en magnesiumcarbonaat. Een nadeel is dat deze twee vaste stoffen gemengd vrijkomen; het proces zou met een simpele scheidingsstap moeten worden uitgebreid om deze twee vaste fasen in min of meer zuivere vorm te verkrijgen. Naar verwachting kan het gevormde silica in bouwmaterialen worden toegepast. Kostenbesparend bij deze technologie kan wellicht zijn dat aparte ontzwavelingsinstallaties niet meer nodig zijn. In de rookgassen aanwezig zwavel-dioxide en zwavelzuur worden namelijk ook door olivijn geneutraliseerd en vastgelegd als MgSO<sub>4</sub>.

Behalve als technologie om puntbronnen van CO<sub>2</sub> te behandelen, kan dezelfde reactie ook op een extensieve, goedkopere en meer natuurlijke manier worden ingezet. Ter bestrijding van de effecten van zure regen wordt veel akkerland regelmatig bekalkt. Om de paar jaar moet deze behandeling worden herhaald. In Nederland willen we de komende jaren een vrij groot landbouwareaal aan de landbouw onttrekken en transformeren tot bossen. Een olivijnbehandeling van het land, voordat zo'n bos wordt geplant, is dan aan te bevelen. Daarmee wordt ook het effect van zure regen tegengegaan.

Chemische verwerking van olivijn verloopt als volgt:



Deze reactie wordt gevolgd door:



Laten we als gedachte-experiment eens uitrekenen hoeveel olivijn we theoretisch nodig zouden hebben om 20% van alle CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer om te zetten (naar het niveau van het jaar 1800). De massa van alle CO<sub>2</sub> in de atmosfeer is ongeveer 2,5 · 10<sup>18</sup> gram. Als we voor de dichtheid van olivijn 2,5 g cm<sup>-3</sup> nemen, dan is er om 20% van het CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te halen ongeveer 320 km<sup>3</sup> olivijn nodig. Zo zou een stoflaagje olivijn op het land een serieuze bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van het broeikasgevaar.

naar: *Natuur en Techniek*, mei 2002

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2005-II

havovwo.nl

---

- 3p **12**  Geef de naam van het proces dat plaatsvindt wanneer algen  $\text{CO}_2$  aan de atmosfeer onttrekken. Geef ook de namen van de twee eindproducten die bij dit proces ontstaan. Noteer je antwoord als volgt:  
naam van het proces: ...  
namen van de eindproducten: ... en ...

Bij bekalking van landbouwgronden wordt kalk toegevoegd. De aanduiding 'kalk' is niet eenduidig: men kan er de stof 'ongebluste kalk', 'gebluste kalk' of 'kalksteen' mee bedoelen. Mede met behulp van een gegeven uit het artikel is op te maken welke stof hier wordt bedoeld.

- 1p **13**  Welke reden wordt in het artikel genoemd om bekalking van landbouwgrond toe te passen?  
4p **14**  Leg aan de hand van de formules van de drie verschillende soorten kalk en een gegeven uit het artikel uit met welke stof(fen) men landbouwgrond bekalkt.

In regel 18 wordt voorgesteld om een 'simpele scheidingsstap' toe te passen waarbij twee stoffen 'in min of meer zuivere vorm' worden verkregen. Welke scheidingsmethode de schrijver van het artikel wil gebruiken, wordt niet duidelijk, maar het is aannemelijk dat hij extractie met water bedoelt.

Een leerling krijgt als practicumopdracht een mengsel van magnesiumcarbonaat en gehydrateerde amorfe silica te scheiden. Hij mag ervan uitgaan dat de gehydrateerde amorfe silica onoplosbaar is. Het magnesiumcarbonaat zorgt daarbij voor een probleem.

- 1p **15**  Waarom zorgt magnesiumcarbonaat voor een probleem bij deze scheidingsmethode?  
3p **16**  Beschrijf een werkplan om het mengsel van magnesiumcarbonaat en gehydrateerde amorfe silica zo te scheiden dat beide stoffen zo zuiver mogelijk en in vaste toestand worden verkregen.

Het vastleggen van zwaveldioxide in de vorm van  $\text{MgSO}_4$  is het resultaat van enkele elkaar opvolgende reacties.

- 4p **17**  Geef van die reacties de reactievergelijkingen. Ga ervan uit dat in olivijn als positief ion uitsluitend  $\text{Mg}^{2+}$ , en geen  $\text{Fe}^{2+}$ , voorkomt en dat de reacties niet in oplossing plaatsvinden. Behalve  $\text{MgSO}_4$  ontstaat ook  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ .  
5p **18**  Ga door middel van een berekening na of de uitkomst ( $320 \text{ km}^3$  olivijn nodig) van het 'gedachte-experiment' juist is. Gebruik de gegevens uit het kader dat op de vorige pagina staat.

## Vislucht

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 bacteriën in het lichaam uit voedsel gevormd. In de lever wordt trimethylamine omgezet tot trimethylamineoxide,  $(\text{CH}_3)_3\text{NO}$ . Deze omzetting gebeurt onder invloed van een enzym dat wordt aangeduid met FMO. Trimethylamineoxide 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 trimethylamineoxide 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.

- 2p 19  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.
- 1p 20  Geef aan waarom niet een dieet zonder eiwit wordt voorgeschreven.

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 2

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*

- 2p 21  Geef een verklaring voor het ontstaan van het zout dat in tekstfragment 2 wordt bedoeld.
- 3p 22  Leg uit dat trimethylamine een vluchtiger stof is dan het zout waarvan in tekstfragment 2 sprake is. Betrek in je uitleg soorten bindingen die in de desbetreffende stoffen voorkomen.

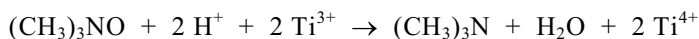
Of iemand wel of niet aan het visluchtsyndroom lijdt, is niet altijd duidelijk. Mensen met een milde vorm van deze afwijking verspreiden slechts af en toe een vislucht. De ernst van de aandoening kan door onderzoek worden vastgesteld. De man of vrouw die wordt onderzocht, krijgt een hoeveelheid trimethylamine 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  $[\text{TMAO}]$  de concentratie van trimethylamineoxide in de verzamelde urine en  $[\text{TMA}]$  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 het onderzoek wordt een methode gebruikt waarbij alleen TMA wordt bepaald. Daarom wordt tijdens de bepaling de verzamelde urine in twee delen verdeeld. In het ene deel bepaalt men rechtstreeks de hoeveelheid TMA. Deze hoeveelheid wordt omgerekend naar de hoeveelheid TMA in de verzamelde urine.

# Eindexamen scheikunde 1 vwo 2005-II

havovwo.nl

---

Aan het andere deel wordt een  $\text{Ti}^{3+}$  oplossing toegevoegd. Alle aanwezige trimethylamineoxide wordt hierdoor omgezet tot trimethylamine;  $\text{Ti}^{3+}$  reageert hierbij tot  $\text{Ti}^{4+}$ . De reactievergelijking is als volgt:



Men bepaalt ook de totale hoeveelheid TMA die aanwezig is in de oplossing na toevoeging van de  $\text{Ti}^{3+}$  oplossing. Aan de hand daarvan wordt berekend hoeveel TMA aanwezig zou zijn wanneer alle verzamelde urine met de  $\text{Ti}^{3+}$  oplossing zou zijn behandeld.

De resultaten van één zo'n onderzoek waren als volgt:

- de hoeveelheid TMA in de verzamelde urine was 131  $\mu\text{mol}$ ;
- de hoeveelheid TMA die aanwezig zou zijn wanneer alle verzamelde urine met de  $\text{Ti}^{3+}$  oplossing zou zijn behandeld, was 420  $\mu\text{mol}$ .

- 3p **23**  Ga door middel van een berekening na of de onderzochte persoon lijdt aan een milde of aan een ernstige vorm van het visluchtsyndroom.

Het enzym FMO is een eiwit dat 533 aminozuren lang is. De primaire structuur is bekend. Een deel van het enzym is hieronder weergegeven:

Aminozuur nummer            152    153    154

Afkorting aminozuur        ~ Tyr — Pro — Asn ~

- 3p **24**  Geef het hierboven weergegeven fragment uit het enzym FMO in structuurformule weer.

De oorzaak dat het enzym FMO bij sommige mensen niet of onvoldoende wordt aangemaakt, is genetisch van aard. Er zijn verschillende DNA mutaties bekend die de afwijking veroorzaken. Eén van deze mutaties is een zogenoemde puntmutatie in het gen dat codeert voor de aminozuurvolgorde in het enzym FMO. Bij deze puntmutatie is op de coderende streng één base in het triplet CCC anders: op de plaats van één van de cytosinegroepen zit een andere base. Daardoor komt op plaats 153 in het enzym geen proline maar leucine.

- 3p **25**  Leg mede met behulp van Binas-tabel 70 uit welke andere base op de plaats van de cytosinegroep zit.
- 2p **26**  Leg mede met behulp van Binas-tabel 70E uit wat het nummer van het basenpaar van het gen is dat in het DNA is gemuteerd. Ga ervan uit dat de code voor het eerste aminozuur in FMO begint bij het eerste basenpaar van het gen in het DNA dat codeert voor FMO.