**Opdrachten bij docentontwikkelteam ‘onderzoek doen’**

*Titel:* Gereedschapschap voor het Bouwen van Moleculen

*Jaarlaag + niveau:* V5-V6

*Vak:* Scheikunde

*Voorkennis:* Koolstofchemie, additiereacties, H9 Curie

***Score op Onderzoekende Houding (score van 1-5; 1 laag / 5 hoog)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Curiosity* | *3* | *nieuwsgierigheid, het vermogen om je te verbazen over de dingen om je heen (verwondering), de prikkel om vragen te stellen en iets te willen uitzoeken, intrinsieke motivatie* |
| *Continuity* | *4* | *staan op de schouders van anderen, deel voelen van een groter geheel, voortbouwen op eerder werk (wat is er al eerder onderzocht (literatuuronderzoek), welke vragen staan nog open, welke middelen kan ik ook gebruiken?)* |
| *Creativity (and guts)* | *3* | *nieuwe wegen durven kiezen, alternatieve verklaringen bedenken, improviseren bij praktische problemen, buiten het kader kunnen treden* |
| *Critical attitude* | *3* | *kritische houding, kritisch waarnemen (validiteit van meetmethode, apparatuur, eigen verwachtingen) en kritisch verwerken (meetnauwkeurigheid en betrouwbaarheid, koppelen aan juiste theorie, expliciete reflectie)* |
| *Community* | *3* | *: deel uitmaken van een onderzoeksgemeenschap (leren is een sociaal proces), samenwerken bij onderzoek, openstaan voor discussie, van elkaar willen leren, resultaten presenteren aan anderen, feedback kunnen geven en nemen* |

***Samenvatting opdracht***

*Inleiding*

In dit onderzoek is het de bedoeling dat leerlingen een klein experiment uitvoeren om te kijken of de regel van Zaitsev op gaat bij een eliminatie reactie bij alcoholen. Daarna kan de opdracht twee kanten opgaan: nl een literatuur onderzoek naar de oorzaak van het principe van Zaitsev, of een kleine haalbaarheidsstudie om na te gaan of het praktisch mogelijk is om de regel van Markovnikov te testen op school.

*Praktische info:*

*tijdsduur*

*Het eigenlijke experiment met de analyse door de gaschromatograaf kan binnen een half uur (inclusief demo van nano2)plaatsvinden.*

*Voor het literatuuronderzoek/ onderzoek naar haalbaarheid verder praktisch onderzoek en verslaglegging is nog zo’n 4 uur nodig.*

*wat de leerlingen moeten doen*

*Omvat een klein deel experimenteel werk en verder literatuurstudie*

*Dit kan allemaal op school plaatsvinden*

*Materiaal (boek nodig? Welke methode?)*

*Een bepaalde methode is niet nodig. Er wordt in de opdracht verwezen naar een opgave uit de methode Curie, maar er kan ook naar een internetbron verwezen worden.*

*Leerdoelen*

*Bij ons biedt dit experiment een eerste kennismaking met de gaschromatograaf waardoor de leerlingen de mogelijkheden van dit apparaat zien om analyses mee te doen voor bijvoorbeeld hun PWS.*

*Qua onderzoeksvaardigheden is er de mogelijkheid om de leerlingen aan de hand van een literatuurstudie meer te weten te laten komen over reactiemechanismen, wat er al bekend is over het principe van Markovnikov/Zaitsev*

*Wat en hoe over de verslaglegging / presentatie*

*In een kort verslag presenteren de leerlingen hun antwoorden op de vragen bij het experimentele werk en de resultaten uit het daarna gedane vervolgonderzoek.*

*Opmerkingen en tips per onderdeel*

*Ten opzichte van het oorspronkelijke experiment van Karsten Kaspers is de 85% HNO3 oplossing vervangen door geconcentreerd zwavelzuur, omdat dit, in ieder geval in een waterbad, eerder resultaat geeft. Te lang laten reageren geeft wel kans op het ontstaan van andere verbindingen (biedt ook mogelijkheid tot vervolgonderzoek).*

***Het eerste onderzoek, naar de regel van Zaitsev, is misschien nog wat teveel een kookboek-practicum. Het tweede deel, naar de regel van Markovnikov, vergt meer van de leerlingen qua onderzoek in literatuur en op internet naar de mogelijkheden om deze regel te testen of uit te zoeken wat het reactiemechanisme is achter Markovnikov en de oorzaak hiervan.***

*Toelichting op de score voor de 5C’s*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Curiosity* | *3* | *Leerlingen werken voor het eerst met een gaschromatograaf, je spuit iets in een kastje en vervolgens komen er piekjes op het scherm waar je een stofje aan kunt koppelen.*  *Leerlingen ontdekken dat* |
| *Continuity* | *4* | *Literatuuronderzoek laat de leerlingen zien dat er veel bekend is over hoe stoffen reageren, welke mechanismen een rol spelen.* |
| *Creativity (and guts)* | *3* | *Bij het opstellen van het onderzoeksplan voor verder onderzoek zullen de leerlingen verschillende praktische problemen tegenkomen waarvoor een oplossing gevonden moet worden.* |
| *Critical attitude* | *3* | *Bij het zoeken naar oplossingen voor praktische problemen is waarschijnlijk input van de docent nodig, omdat leerlingen beperkt inzicht hebben in mogelijkheden en onmogelijkheden bij het doen van experimenten en analyses. Leerlingen moeten zich wel steeds blijven afvragen wat de mogelijke consequenties zijn van de keuze voor een bepaalde oplossing.* |
| *Community* | *3* | *Een kort verslag is het uiteindelijke resultaat van dit onderzoek, maar dit kan uitgebreid worden met een presentatie, of een discussie met groepen die dezelfde opdracht hebben gedaan om tot de beste oplossing van eventuele problemen te komen.* |

**Gereedschap voor het Bouwen van Moleculen**

**Een klein onderzoek voor bèta-excellente leerlingen.**

Naar een artikel van Karsten Kaspers in de NVOX van september 2011.

**De regels van Markovnikov en Zaitsev**

In het werkboek ben je in opgave XX van hoofdstuk 9 de regel van Markovnikov tegengekomen: bij additie van een verbinding H-X aan een alkeen zal het waterstof-atoom gebonden worden aan koolstofatoom met de meeste waterstofatomen. Zie voor een voorbeeld de figuur hieronder. X kan een halogeen zijn maar ook een andere groep.

**Opgave 1.** *Welke groep zou X nog meer kunnen voorstellen?*



hoofdproduct

of:

bijproduct

De eliminatieregel van Zaitsev werkt eigenlijk omgekeerd. Als een alkeen gevormd wordt uit een bijvoorbeeld een alcohol en er verschillende alkenen gevormd kunnen worden door afsplitsing van water, dan komt de dubbele binding in grote mate op het meest gesubstitueerde koolstofatoom. Het koolstofatoom waarvan het meest de koolstofatomen zijn vervangen door andere groepen. Zie het voorbeeld hieronder.

 + H+



hoofdproduct + H+ of:



bijproduct + H+

De regels van Markovnikov en Zaitsev zijn voorbeelden van manieren om scheikundige processen te sturen en daarmee gewenste moleculen te bouwen.

**Het eerste onderzoek: De regel van Zaitsev: klopt hij of klopt hij niet?**

Jullie gaan nu eerst in een onderzoek testen of de genoemde regel van Zaitsev opgaat. Er staan verschillende alcoholen tot jullie beschikking.

|  |
| --- |
| **Beschikbare alcoholen** |
| Ethanol |
| 2-propanol |
| 2-butanol |
| 2-methyl-2-butanol |

Verder heb je de beschikking over de volgende stoffen:

Water (natuurlijk!)

Geconcentreerd zwavelzuur

Parafilm

De volgende apparatuur:

Een waterbad van tegen de 100 graden Celsius voor het opwarmen van het reactiemengsel.

Een gaschromatograaf Nano2 waarover je nu van de docent uitleg krijgt.

(In een gaschromatograaf worden verschillende stoffen in een mengsel gescheiden op basis van het verschil in oplosbaarheid en aanhechtingsvermogen van de verschillende moleculen. Denk hierbij aan het uien-practicum of het experiment met de viltstift kleuren in de 3e klas)

**Opgave 2.** *Ga na welke van de alcoholen in aanmerking komen om in dit onderzoek te gebruiken. Stel hiervoor bijvoorbeeld reactievergelijkingen met structuurformules op van de reactie tussen de alcohol en H-X om te kijken of er überhaupt twee verschillende alcoholen mogelijk zijn.*

Werkwijze:

Voor het onderzoeken van de geldigheid van de regel van Zaitsev neem je 2 mL van een alcohol en voeg je 10 druppels fzwavelzuur toe aan de reageerbuis. Dek de buis af met parafilm en zet de buis één minuut in het waterbad. Na deze minuut zuig je met de injectiespuit 1 mL gas uit de reageerbuis (prik door de folie met de naald) en spuit dit in de gaschromatograaf terwijl je de startknop van coach indrukt. Sla het chromatogram onder een relevante naam op.

Vergelijk de pieken in je chromatogram met de retentietijden in de tabel die je van de docent krijgt om te bepalen welke stoffen je waargenomen hebt.

In IPcoach ga je nu het oppervlak onder de pieken bepalen met de functie analyse•oppervlakfunctie. Hiermee kun je bepalen in welke verhouding de verschillende stoffen in het mengsel aanwezig zijn, en daarmee de verhouding waarin de stoffen tijdens de reactie zijn ontstaan.

**Opgave 3.** *Maak een overzicht van je waarnemingen en metingen met IPcoach d.m.v. een overzichtelijke tabel.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Uitgangsstof: de alcohol* | *Gevormd alkeen* | *Kookpunt (oC)* | *Retentietijd (min)* | *Oppervlak* | *Verhouding* |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Opgave 4.** *Leg uit of de regel van Zaitsev opgaat.*

**En dan nu de regel van Markovnikov!**

**Opgave 5.** Voor het vervolgonderzoek kun je twee kanten op, namelijk:

**1 Praktisch**

*De opdracht is om een onderzoeksvoorstel te maken waarin je uiteenzet hoe we de regel van Markovnikov nu kunnen gaan testen. Denk daarbij aan het beantwoorden van de volgende vragen:*

*- Welke stoffen hebben we nodig en zijn deze beschikbaar of moeten ze gemaakt worden?*

*- Wat voor consequenties hebben de gemaakte en te testen stoffen voor de analyse methode?*

*- Kunnen jullie het onderzoek hier op school uitvoeren, of biedt de universiteit misschien meer mogelijkheden met apparatuur om risicovolle processen uit te kunnen voeren of andere analyse-methoden (bv. GC-MS en H-NMR)?*

**2 Theoretisch**

*De opdracht hier, is uit te zoeken wat de oorzaak kan zijn van de voorkeur van een atoom van het H-X molecuul voor een bepaalde positie ten opzichte van de dubbele binding. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het beantwoorden van de volgende vragen:*

*- Wat is het reactiemechanisme van deze reactie: In welke stappen vindt deze reactie plaats?*

*- Welke rol spelen de verschillende elektro-negativiteiten van de betrokken atomen bij de reactie?*

*- Wat voor rol spelen atoom- en molecuul-orbitalen bij het tot stand komen van de reactie en de plaatsing van de atomen van het H-X molecuul?*