



Universiteit Utrecht

Faculteit  
Bètawetenschappen  
Scheikunde



## Esters: synthese

Lesbrief

# Esters

**Versie 1  
November 2014**

**Gepubliceerd en gedistribueerd door**

Universiteit Utrecht  
Departement Scheikunde  
Onderwijsinstituut Scheikunde  
Padualaan 8  
3584 CH Utrecht  
Nederland

Ontwikkelaar: Anneke Drost, vwo docent bij de sectie Organic Chemistry and Catalysis  
Begeleider: Prof. Dr. L.W. (Leo) Jenneskens, Organic Chemistry and Catalysis

Deze opdracht is ontwikkeld in het project VWO docent bij een Scheikundesectie van de UU.  
Het departement Scheikunde van de Universiteit Utrecht heeft middelen uit het sectorplan Scheikunde ingezet voor dit project.

Omslag: Jenny Smit

2014 Onderwijsinstituut Scheikunde, Universiteit Utrecht, Nederland

Mits deze bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van bovenstaande uitgever deze uitgave binnen de lessituatie geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen. De ontwikkelaar stelt het op prijs geïnformeerd te worden over het gebruik van deze uitgave en de ervaringen die ermee zijn opgedaan: [A.Drost@uu.nl](mailto:A.Drost@uu.nl) of [i.k.caris@uu.nl](mailto:i.k.caris@uu.nl).

# Lesbrief reactiemechanisme en katalyse

## Inleiding

De snelheid waarmee een reactie verloopt hangt van een aantal factoren af.

opdracht 1

Welke factoren bepalen de snelheid van een chemische reactie?

Reacties kun je weergeven met een reactievergelijking. In de organische chemie gebruiken we daarbij vaak structuurformules.

Een chemische reactie verloopt vaak in meerdere stappen. In een reactiemechanisme wordt beschreven welke stappen dat zijn.

We nemen als voorbeeld de reactie tussen 2-broom-2-methylpropaan en het acetaation. Hierbij ontstaan twee deeltjes: het bromide-ion en de ester van 2-methylpropaan-2-ol en ethaanzuur.

opdracht 2:

Geef de reactievergelijking in structuurformules van de bovenstaande reactie.

Je zou verwachten dat de snelheid van deze reactie afhangt van de concentraties van beide beginstoffen. Dat blijkt niet zo te zijn: de concentratie van het acetaation heeft geen invloed op de snelheid van de reactie.

Om dit te kunnen verklaren moeten we kijken naar het reactiemechanisme.

De reactie verloopt in twee stappen.

In de eerste stap valt 2-broom-2-methylpropaan uiteen in 2 deeltjes: een bromide-ion en een positief ion.

In de tweede stap reageert het positieve ion met het acetaation tot het product.

opdracht 3:

Geef het hierboven beschreven reactiemechanisme. Gebruik structuurformules.

De deelreacties van het reactiemechanisme verlopen niet allemaal even snel. De deelreactie die het langzaamst verloopt, heet de snelheidsbepalende stap.

opdracht 4:

Leg uit welke stap van het reactiemechanisme van opdracht 3 snelheidsbepalend moet zijn.

opdracht 5:

Leg uit of het acetaation een elektrofiel of een nucleofiel is.

## Reactiemechanisme van de vorming van een ester

Een ester kan gemaakt worden uit een alcohol en een organisch zuur.

Het reactiemechanisme bestaat uit een groot aantal stappen.

In de eerste stap reageert de carbonylgroep van het organisch zuur met een  $H^+$ -ion.

opdracht 6:

Geef de eerste stap van het reactiemechanisme. Neem voor het organisch zuur de formule  $RCOOH$  en gebruik Lewisstructuurformules.

Hint: is  $H^+$  een nucleofiel of een elektrofiel? Waar zal hij aanvallen?

Door deze stap wordt het carbonylkoolstofatoom meer elektrofiel.

opdracht 7:

Leg dit uit door mesomere grensstructuren te tekenen.

In de volgende stap reageert de alcohol.

opdracht 8:

Geef deze stap van het reactiemechanisme.

Hint: het carbonylkoolstofatoom vormt een binding. Met welk atoom van de alcohol zou die binding gevormd worden?

In de volgende stappen van het reactiemechanisme splitsen  $H^+$  en water af en wordt de ester gevormd.

opdracht 9:

Wat zou de rol van  $H^+$  bij deze reactie kunnen zijn?

opdracht 10:

Welke stap van het reactiemechanisme zou dan snelheidsbepalend kunnen zijn?

## Practicum: de invloed van $[H^+]$ op de snelheid van de estervorming

Maak met microschaalglaswerk een opstelling met korthalskolf, koeler en septum met naald. Breng in de opstelling 0,60 mL ethanol en 0,60 mL azijnzuur. Voeg een paar kooksteentjes toe.

Overleg met je docent wat je als katalysator gebruikt: bijv 1 druppel geconcentreerd zwavelzuur, 1 druppel geconcentreerd zoutzuur, 1 druppel HCl 1,0 M, 1 druppel HCl 0,10 M of geen katalysator.

Laat het mengsel 20 minuten refluxen. Laat daarna het mengsel afkoelen en breng het over in een maatkolf van 100 mL. Spoel het kolfje een aantal keer met water en doe dat in de maatkolf, probeer ervoor te zorgen dat de kooksteentjes in het kolfje achterblijven.

Vul de maatkolf aan tot 100 mL en schud de oplossing.

Pipetteer 10,00 mL van de oplossing in een erlenmeyer en voeg een paar druppels fenolftaleïne toe. Titreer vervolgens met 0,1 M NaOH.

Herhaal de titratie.

Vragen bij het practicum:

- 1 Bereken hoeveel mol ethanol en hoeveel mol azijnzuur je in de kolf gedaan hebt.
- 2 Bereken hoeveel mol NaOH je (gemiddeld) hebt gebruikt bij de titratie.  
Gebruik hierbij de precieze molariteit van de NaOH.
- 3 Bereken welk percentage azijnzuur er omgezet is in de 20 minuten reflux.
- 4 Vergelijk je antwoord op vraag 3 met de antwoorden van klasgenoten.  
Is er een verband tussen  $[H^+]$  en de hoeveelheid azijnzuur die er heeft gereageerd?  
Verklaar dit.