

Tekenen van (organische) structuurformules

Vak
Scheikunde
Leerjaar / sector
Leerjaar 4, havo en vwo
Context
<p>In een lessenserie over organische chemie wordt een les ingebouwd waarbij leerlingen in groepjes oefenen met het tekenen van structuurformules. De focus bij deze opdracht ligt op fase 1 van de FE cyclus van Gulikers en Baartman, waarbij de leerlingen zelf de succescriteria ontdekken. De leerlingen en de docent krijgen zo een (beter) beeld van wat leerlingen al beheersen en waar mogelijk nog problemen zitten. Op basis van deze informatie kan de docent dan besluiten of, waarmee en hoe verder gegaan wordt.</p> <p>Voorafgaand aan deze les zijn de volgende concepten al aan de orde geweest (voorkennis): atoombouw, periodiek systeem, (vrije¹ en) gemeenschappelijke elektronenparen, octetregel (buitenste schil vol).</p>
Leerdoelen
<p><i>Leerdoelen op lange termijn</i></p> <p>De leerling kan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • structuurformules gebruiken bij het opstellen van reactievergelijkingen (havo). • structuurformules gebruiken bij het opstellen van reactievergelijkingen, verwerven kennis over de (ruimtelijke)² structuur van moleculen en kunnen dit gebruiken bij het doorgronden van reactiemechanismen (vwo). • (chemisch) redeneren: <ul style="list-style-type: none"> ○ voorspellen en verklaren van de ruimtelijke structuur van moleculen ○ voorspellen en analyseren van reactiemechanismen ○ redeneren in structuur – eigenschap relaties <p><i>Leerdoelen op korte termijn</i></p> <p>De leerling kan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • structuurformules tekenen a.d.h.v. een gegeven molecuulformule. • molecuulstructuren voorspellen en verklaren <p>Succescriteria</p> <p>De leerling herkent de volgende kenniselementen m.b.t. structuur en bindingen en past deze toe bij een gegeven structuurformule:</p> <ul style="list-style-type: none"> • edelgasconfiguratie en octetregel: je ziet in de structuurformule dat alle atomen hun buitenste schil 'vol' hebben. • covalentie: je ziet in de structuurformule dat alle voorkomende atomen het juiste aantal bindingen hebben.

¹ In deze fase van het leerlingen vertrouwd maken met structuurformules kan een docent er voor kiezen om (ook) vrije elektronenparen aan de orde te stellen (het concept vrij elektronenpaar zit niet in het examenprogramma havo).

² Mogelijke uitbreiding van de opdracht is de ruimtelijke structuur erbij te betrekken. Als voorkennis is dan ook nodig dat de leerlingen weten dat elektronenparen elkaar afstoten en daarom ruimtelijk gezien zo ver mogelijk uit elkaar (gaan) zitten.

- (plaats in het) periodiek systeem (groepen en perioden): je ziet in de structuurformule dat de covalentie en het aantal getekende elektronenparen in overeenstemming is met de plaats in het periodiek systeem.
- elektronenconfiguratie en K-L-M-schillen (2,8,18(8), 32): je ziet aan de structuurformule dat het juiste aantal elektronen in de buitenste schil van de betrokken atomen gebruikt is.

Aantal lessen

1 les

Fase(n) van de FE-cyclus



In dit lesfragment gaat het vooral om de fasen 1 en 2 van de FE-cyclus van Gulikers en Baartman. De leerlingen worden verdeeld in groepjes en krijgen de opdracht om bij een gegeven (eenvoudige) molecuulformule een bijpassende structuurformule te tekenen.

Leerlingen gaan met elkaar in discussie en tekenen op basis daarvan de (een mogelijke) structuurformule(s) behorend bij de gegeven molecuulformule (bijvoorbeeld C_2H_6O) en noteren daarbij welke strategieën en (deel)concepten ze gebruikt hebben (succescriteria) (fase 1) om tot het (juiste) antwoord te komen (fase 2). Leerlingen formuleren in feite zelf de

succescriteria die nodig zijn bij het tekenen van structuurformules.

Uitvoering lesactiviteit

Materialen / hulpmiddelen

- Potlood en (eigen) papier voor de leerlingen.
- (Digi)bord of slide voor de docent.
- Individueel exit-ticket.

Vorbereiding

- De docent geeft enkele molecuulformules (op papier of schrijft die ter plekke op het bord).
- De docent verdeelt de klas in groepjes (van 3-4 leerlingen). De groepsindeling kan random zijn, maar ook kan voor de expertmethode gekozen worden, waarbij leerlingen (meer) ingedeeld worden op basis van wat ze al kennen en kunnen.

Lesopzet globaal

- Ophalen van voorkennis rondom atoom- en molecuulbouw d.m.v. denken-delen-uitwisselen;
- Leerlingen tekenen in groepjes een structuurformule;
- Klassikaal een of incl. enkele alternatieve voorbeelduitwerkingen bespreken;
- Gezamenlijk succescriteria formuleren;
- Afsluiten met individuele exit-tickets met twee opgaven.

Lesopzet gedetailleerd

Voorkennis ophalen

De les start met het ophalen van de (benodigde) voorkennis (retrieval practice). De leerlingen zijn bekend met atoombouw, het periodiek systeem, de octetregel en gemeenschappelijke elektronenparen. Het ophalen hiervan draagt ook bij aan het lange termijn leerdoel ten aanzien van het verwerven van kennis over de (ruimtelijke) structuur van moleculen (havo en vwo) en hoe dit gebruikt kan worden bij het

doorgronden van reactiemechanismen (vwo). De leerlingen schrijven individueel op wat ze al (nog) weten over atoom- en molecuulbouw. Vervolgens vraagt de docent de leerlingen deze lijstjes te bespreken met een medeleerling ('denken-delen-uitwisselen') en daarna inventariseert de docent de opgeschreven voorkennis en schrijft dat op het bord. Hieruit kan de docent concluderen of de (meeste) leerlingen kennen en kunnen wat nodig is om verder te gaan.

Structuurformule tekenen

Vervolgens krijgen alle leerlingen de opdracht om in groepjes (van 3-4) a.d.h.v. een molecuulformule van een eenvoudige organische verbinding(en) (C_2H_6O) de (een mogelijke) structuurformule te tekenen. Tip: neem een verbinding waarbij meerdere structuurformules mogelijk zijn. Het belangrijkste daarbij is dat leerlingen expliciet de opdracht krijgen om op te schrijven hoe ze tot het (juiste) antwoord gekomen zijn (verwachtingen verhelderen); dus welke strategieën en (deel)concepten ze gebruikt hebben om tot de gegeven oplossing(en) te komen.

De docent loopt rond en ziet de antwoorden van de leerlingen. Afhankelijk daarvan stelt de docent verhelderende, informatieve vragen, met als doel om te weten waar de leerlingen staan (fase 2). Als de docent geconstateerd heeft dat (vrijwel) alle groepjes tot een oplossing gekomen zijn, bespreekt hij klassikaal een voorbeeldantwoord van een groepje en inventariseert met de klas welke strategieën en (deel)concepten de leerlingen daarbij gebruikt hebben. Vervolgens stelt de docent de vraag of er nog meer groepjes zijn die hetzelfde antwoord hadden en inventariseert dan of er wellicht nog andere strategieën of (deel)concepten gebruikt zijn om tot dat antwoord te komen. Ook inventariseert de docent of er misschien nog andere oplossingen gegeven zijn. Hij vraagt opnieuw welke strategieën of (deel)concepten daarbij gebruikt zijn. Op deze wijze wordt samen met de leerlingen een gezamenlijke lijst met succescriteria opgesteld die de docent noteert op het digibord.

Exit card

De les wordt afgesloten met een individueel exit-ticket, waarbij leerlingen individueel één of twee opgaven maken: bij een gegeven molecuulformule de bijpassende structuurformule(s) geven. Hiermee kan de docent nagaan in hoeverre alle leerlingen het leerdoel daadwerkelijk in voldoende mate behaald hebben.

Differentiatie en variatie

Nadat de docent de (benodigde) voorkennis heeft opgehaald, kunnen de (groepjes) leerlingen zelf kiezen of ze met een gemakkelijke, gemiddelde of moeilijke molecuulformule aan de slag gaan (fase 2). De docent heeft daarvoor drie stapeltjes met opdrachten/molecuulformules voorbereid (eventueel met antwoorden). De leerlingen kunnen nadat de eerste opdracht is afgerond het antwoord controleren en zelf bepalen met wat voor opdracht (gemakkelijk, gemiddeld of moeilijk) verder gegaan wordt. Eventueel kan een vierde stapeltje molecuulformules aangereikt worden voor de (hoogbegaafde) leerlingen die (nog) meer uitdaging behoeven. Een optie daarbij is om cyclische structuurformules toe te staan of zelfs zo ver te gaan dat stereo-isomerie mogelijk is en de leerlingen die met deze opdracht aan de slag gaan ook de opdracht te geven de getekende structuurformules na te bouwen met behulp van een molecuulbouwdoos. Een andere optie is deze leerlingen zelf opdrachten (een vierde stapeltje) te laten maken.

Terugblik en tips van de ontwikkelaar

Reflectie op de aanpak

- Wanneer de docent de leerlingen meer in groepjes wil laten werken, kan hij de verschillende groepjes met elkaar in gesprek laten gaan over hun getekende structuurformules en hun lijstjes met strategieën of (deel)concepten (succescriteria) en komen tot één gezamenlijke lijst. Dit kan eventueel nog een keer gedaan worden voordat de docent de resultaten centraal bespreekt.
- De docent kan de klassikale bespreking ook (deels) door de leerlingen laten uitvoeren door een groepje hun antwoord te laten presenteren aan de klas en te laten uitleggen hoe ze aan het

antwoord gekomen zijn. Aansluitend kan de docent vragen of er nog andere oplossingen gegeven zijn en inventariseren welke strategieën of (deel)concepten gebruikt zijn.

Tips voor gebruikers

- Het is mogelijk om het leerdoel uit te breiden met door de structuurformule en ruimtelijke structuur te koppelen. Daarvoor kun je de leerlingen (ook) de getekende molecuulstructu(u)r(en) (na)bouwen met behulp van een molecuulbouwdoos. Leerlingen ervaren zo de beperkingen van de tekening van een structuurformule. Bijvoorbeeld dat de vrije draaibaarheid om een enkelvoudige binding in een tekening verloren gaat, de (bindings)hoeken (meestal) geen 90 graden zijn en het molecuul niet 'plat' is.

Auteur(s)

Naam auteurs

Dit lesvoorbeeld is uitgewerkt door Hella Fries is docent scheikunde op het Titus Brandsma Lyceum (onderdeel van Het Hooghuis) in Oss en Emiel de Kleijn, leerplanontwikkelaar scheikunde bij SLO, nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling.