

SPA+



Systematische Probleemaanpak voor redeneren

Docentenhandleiding
Scheikunde

slo

De systematische probleem aanpak plus (SPA+) is een manier voor leerlingen om te leren hoe ze redeneeropgaven in boeken, toetsen en examens kunnen aanpakken. De SPA+ is ontwikkeld voor de natuurwetenschappelijke vakken, maar is waarschijnlijk ook in andere vakken toepasbaar. In deze docentenhandleiding lichten we eerst argumenteren en redeneren in het algemeen toe en introduceren we een eenvoudig argumentatieschema. Daarna leggen we de SPA+ uit en geven we tips hoe de SPA+ in de klas te gebruiken.

Argumenteren en redeneren

Als het gaat om de vakoverstijgende natuurwetenschappelijke vaardigheid 'waarderen en oordelen' (eindterm A9) wordt vaak het begrip *argumenteren* gebruikt. Als het gaat om vakspecifieke vormen van redeneren, zoals het redeneren met natuurkundige verbanden, wordt meestal het woord *redeneren* gebruikt. We kiezen er daarom voor om het woord *argumenteren* te gebruiken als het gaat om argumenteren en redeneren in het algemeen en sluiten hierbij aan bij het vak Nederlands. We gebruiken het woord *redeneren*, als het gaat om vakspecifieke vormen waarbij vakspecifieke kennis en vakspecifieke denk- en werkwijzen noodzakelijk zijn. Als er in (examen)opgaven een redenering verwacht wordt, worden vaak werkwoorden als uitleggen, verklaren en (be)redeneren gebruikt.

Argumenteren in het schoolvak Nederlands

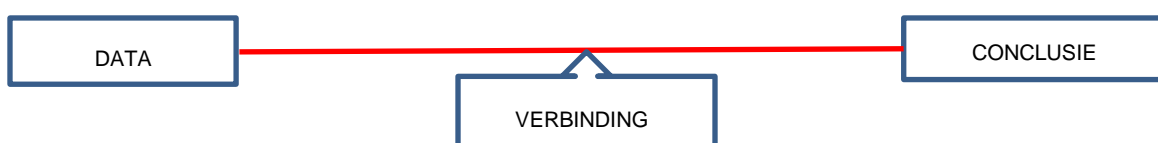
Argumentatieve vaardigheden vormen een belangrijk onderdeel van het vak Nederlands. Domein D van de examenprogramma's voor havo en vwo beschrijft dat leerlingen in staat zijn om een betoog te analyseren, te beoordelen, zelf op te zetten en te presenteren (schriftelijk en mondeling). Argumentatieve vaardigheden worden zowel in het schoolexamen (schrijfvaardigheid en mondelinge taalvaardigheid) als in het centraal examen Nederlands (leesvaardigheid) getoetst. De begrippen, die leerlingen moeten kennen zijn uitgewerkt in de syllabus behorende bij het examenprogramma Nederlands h/v, zoals typen argumenten, argumentatieschema's en drogredenen. Leerlingen leren verschillende argumentatieschema's die de aard van het verband tussen een standpunt en een argument aangeven:

- oorzaak en gevolg;
- kenmerk of eigenschap;
- voor- en nadelen;
- voorbeelden;
- vergelijking;
- autoriteit.

Vanuit het perspectief van samenhang en doorlopende leerlijnen is het van belang om bij scheikunde hierbij aan te sluiten. In de bètavakken gaat het bij argumenteren en redeneren om betogen en verklaringen/redeneringen. Bij Nederlands worden deze teksttypen respectievelijk betogende teksten (betogen) en uiteenzettende teksten (uiteenzettingen) genoemd. Voor (vakspecifiek) redeneren bij scheikunde zijn vooral 'argumentatie op basis van oorzaak en gevolg' en 'argumenteren op basis van kenmerken en eigenschappen' relevant.

Voor de SPA+ maken we gebruik van het argumentatieschema van Stephen Toulmin, zij het in een vereenvoudigde versie. Dit schema laat zien hoe op basis van gegevens ('data') een claim (de conclusie van een argumentatie) gerechtvaardigd kan worden. De verbinding tussen gegevens en claim kan uit verschillende componenten bestaan, die we in de vereenvoudigde versie onder één noemer brengen: 'verbinding'. Het geheel noemen we dan een redenering. In Bijlage 1 wordt het oorspronkelijke schema en de vereenvoudiging verder toegelicht.

Het vereenvoudigde schema van een redenering ziet er zo uit:



Categorieën van opgaven

Het versimpelde schema kent drie componenten die in elke redenering aanwezig (moeten) zijn. Op basis van dat uitgangspunt zijn categorieën van opgaven te onderscheiden. Want in een opgave waarin een redenering gevraagd wordt, kunnen sommige van deze componenten gegeven zijn en de andere gevraagd worden. Theoretisch zijn dat acht varianten, ingedeeld in drie categorieën, die elk met een vraag te typeren zijn.

C. We zoeken de CONCLUSIE, weer te geven met de vraag: Waar leidt dit toe?	
C1 alleen de CONCLUSIE	(DATA en VERBINDING gegeven)
C2 in combinatie met de VERBINDING	(DATA gegeven)
C3 in combinatie met de DATA	(VERBINDING gegeven)
D. We zoeken de DATA, weer te geven met de vraag: Waarop is dit gebaseerd?	
D1 alleen de DATA	(VERBINDING en CONCLUSIE gegeven)
D2 in combinatie met de VERBINDING	(CONCLUSIE gegeven)
V. We zoeken de VERBINDING, weer te geven met de vraag: Hoe komen we er bij?	
V1 alleen de VERBINDING	(DATA en CONCLUSIE gegeven)
V2 in combinatie met zowel DATA als CONCLUSIE, er wordt een complete redenering gezocht	
V3 er wordt gevraagd naar de geldigheid van een geheel gegeven redenering	

Bij scheikunde komen alle typen voor, al is het niet in gelijke mate. Veel vragen zijn van het type C (vooral C2) of V (vooral V1). In Bijlage 2 zijn voorbeelden van verschillende types opgenomen.

De Systematische Probleem Aanpak plus (SPA+)

Het argumentatieschema en de drie categorieën opgaven vormen de basis voor de systematische aanpak van opgaven waar een redenering (uitleg, verklaring) gevraagd wordt, de SPA+.

De aanpak bestaat uit zes stappen die systematisch gevolgd worden:

- Stap 1: De vraag en informatie
- Stap 2: Wat wordt er gevraagd?
- Stap 3: Wat is er gegeven?
- Stap 4: Ingrediënten en denkstappen van de redenering
- Stap 5: De volledige redenering formuleren
- Stap 6: Controleren

Het leerlingmateriaal legt kort het schema van een redenering uit aan de hand van een voorbeeldopgave van het type D2. Daarna volgt een uitleg hoe je met de zes stappen van de SPA+ deze opgave kunt oplossen. De zes stappen zijn bij elkaar gezet in een schema op één bladzij. Dat houdt natuurlijk het risico in voor ruimtegebrek, maar het komt de overzichtelijkheid ten goede.

Vervolgens worden er twee oefenopgaven gegeven om de aanpak mee te oefenen. De uitwerking van de oefenopgaven uit het leerlingmateriaal (in bijlage 2) zijn ook in de vorm van een ingevuld schema gegoten, zodat leerlingen kunnen zien wat de bedoeling is.

Op de volgende bladzijden is het SPA-schema afgebeeld, samen met een toelichting bij elke stap met daarbij tips voor de introductie in de klas.

<p>stap 1 De vraag</p>	<p>Lees de opgave en de bijbehorende informatie goed door. Dat is belangrijk, want vrijwel altijd staat een deel van de redenering in de informatie of de vraag. Noteer de vraag hieronder.</p>	
<p>stap 2 Wat wordt er gevraagd?</p>	<p>Welk type opgave is het: D, V of C? D: er wordt naar de DATA gevraagd (Waar is dit op gebaseerd?) V: er wordt naar de VERBINDING gevraagd (Hoe komen we erbij?) C: er wordt naar een CONCLUSIE gevraagd (Waar leidt dit toe?)</p>	<p>type:</p>
<p>stap 3 Wat is er gegeven?</p>	<p>Zet de delen van de redenering die in de opgave gegeven zijn in de juiste kolom(men) in de onderstaande tabel.</p>	
<p>stap 4 Wat is er nog nodig?</p>	<p>Verzamel de delen van de redenering je nodig hebt om die compleet te maken (zoals vakkennis, formules, informatie uit de context of uit BINAS). Schrijf deze op in de juiste kolom(men) van de onderstaande tabel.</p>	

DATA	VERBINDING	CONCLUSIE

<p>stap 5 Hoe luidt de complete redenering?</p>	<p>Schrijf de hele redenering (dus ook de al gegeven delen) hieronder op in enkele volledige zinnen. Gebruik daarbij verbindingswoorden zoals 'want', 'omdat', 'als ... dan', 'daardoor', 'dus'.</p>
<p>stap 6 Antwoord op de vraag?</p>	<p>Controleer of je redenering een antwoord is op de vraag in de opgave en of het antwoord volledig is.</p>

Stap 1: De vraag en informatie

Het aanpakken van een opgave begint natuurlijk met het goed lezen van de informatie die gegeven is. Stap 1 expliciteert dit en vraagt de leerlingen de vraag in de opgave over te nemen. Dit lijkt wellicht overbodig (de vraag staat immers ook al in de opgave), maar de praktijk leert dat deze focus zinvol is.

Stap 2: Wat wordt er gevraagd?

Hier wordt gedoeld op de onderdelen van de redenering: wordt er een conclusie gezocht, data en/of een verbinding?

In deze stap en de volgende is het van belang het verschil tussen 'gegevens' en 'data' expliciet te maken: het kan zijn dat in een opgave de conclusie van de redenering gegeven is, terwijl de data gevraagd worden. Leerlingen zijn dan toch vaak geneigd bij 'DATA' de gegeven conclusie op te schrijven.

Stap 3: Wat is er gegeven?

Wat er gegeven is, is meestal het complement van wat er gevraagd wordt. Maar soms blijft een onderdeel van een redenering impliciet, d.w.z. wordt het niet gegeven en ook niet gevraagd. Ook dan is het zinvol dat deel te expliciteren, ondanks dat er niet naar gevraagd wordt in de opgave. Soms zijn alle delen van de redenering gegeven en wordt er naar de geldigheid ervan gevraagd (type V3). En soms is geen van de delen gegeven en wordt een complete redenering gevraagd (V2). De uitvoering van deze stap bestaat uit het opschrijven van de gegeven informatie in de tabel onder stap 4.

Stap 4: Wat is er nog nodig?

Wat is er nodig om de redenering compleet te maken? Hier wordt een beroep gedaan op vakkennis, dus op bepaalde data of juist op verbanden en principes. Deze stap kent twee deelstappen.

Eerst zoeken leerlingen naar *ingrediënten*. Dat kan bijvoorbeeld een 'subvakgebied' zijn (mechanica, ecologie, koolstofchemie), een begrip (arbeid, replicatie, redox) of een formule zijn.

Daarna is het meestal nodig een aantal *denkstappen* te zetten, waarbij het belangrijk is om vooral kleine denkstappen te maken en elk stapje te expliciteren. Dit is zowel van belang voor slimme leerlingen die vaak stappen overslaan (impliciet laten) en daardoor onvolledige redeneringen opschrijven, als voor leerlingen die niet weten welke kant ze op moeten denken. Het is ook van belang de denkstappen in logische volgorde te zetten.

Ingrediënten en denkstappen kunnen in de tabel gezet worden, al dan niet na eerst op een kladblaadje genoteerd te zijn. Het is handig als ze in logische volgorde staan, maar voor de overgang naar stap 5 is dat niet per se noodzakelijk.

Stap 5: De redenering zorgvuldig formuleren

Nu komt het aan op het goed formuleren van de redenering. Dat blijkt niet voor iedereen een eenvoudige opgave te zijn. De denkstappen van stap 4 vormen de basis voor het antwoord, maar er zijn altijd verschillende manieren om een redenering goed op te schrijven. Het meest voor de hand liggend is om de redenering op te schrijven in de logische volgorde van DATA, via VERBINDING naar CONCLUSIE.

Andersom kan vaak ook, maar is meestal ingewikkelder. Dus ook de delen die in de opgave al gegeven zijn, worden opgeschreven. Het is zinvol leerlingen daar op te attenderen.

Een redenering bestaat vaak uit een reeks van oorzaken en gevolgen. Het is goed dat te expliciteren door gebruik te maken van formuleringen als: 'Het gevolg hiervan is', 'Daarna', 'Daardoor', 'Dit veroorzaakt ...', 'Dit leidt tot'

Een opgave kan ook vragen om meerdere oorzaken van een verschijnsel, of om meerdere gevolgen van een gebeurtenis. Dan is het verstandig ook de opsomming expliciet te benoemen: 'Een oorzaak is ...; een andere / een tweede' Door zo zorgvuldig en expliciet te formuleren, voorkom je eerder dat je noodzakelijke stappen overslaat en punten mist.

Stap 6: Controleren

Uiteraard hoort er aan het eind een controle plaats te vinden. Niets vergeten, alle delen van de redenering opgeschreven? In de goede vorm met de juiste eenheid en nauwkeurigheid? En natuurlijk: geeft de redenering het antwoord op de vraag?

Oefening baart kunst

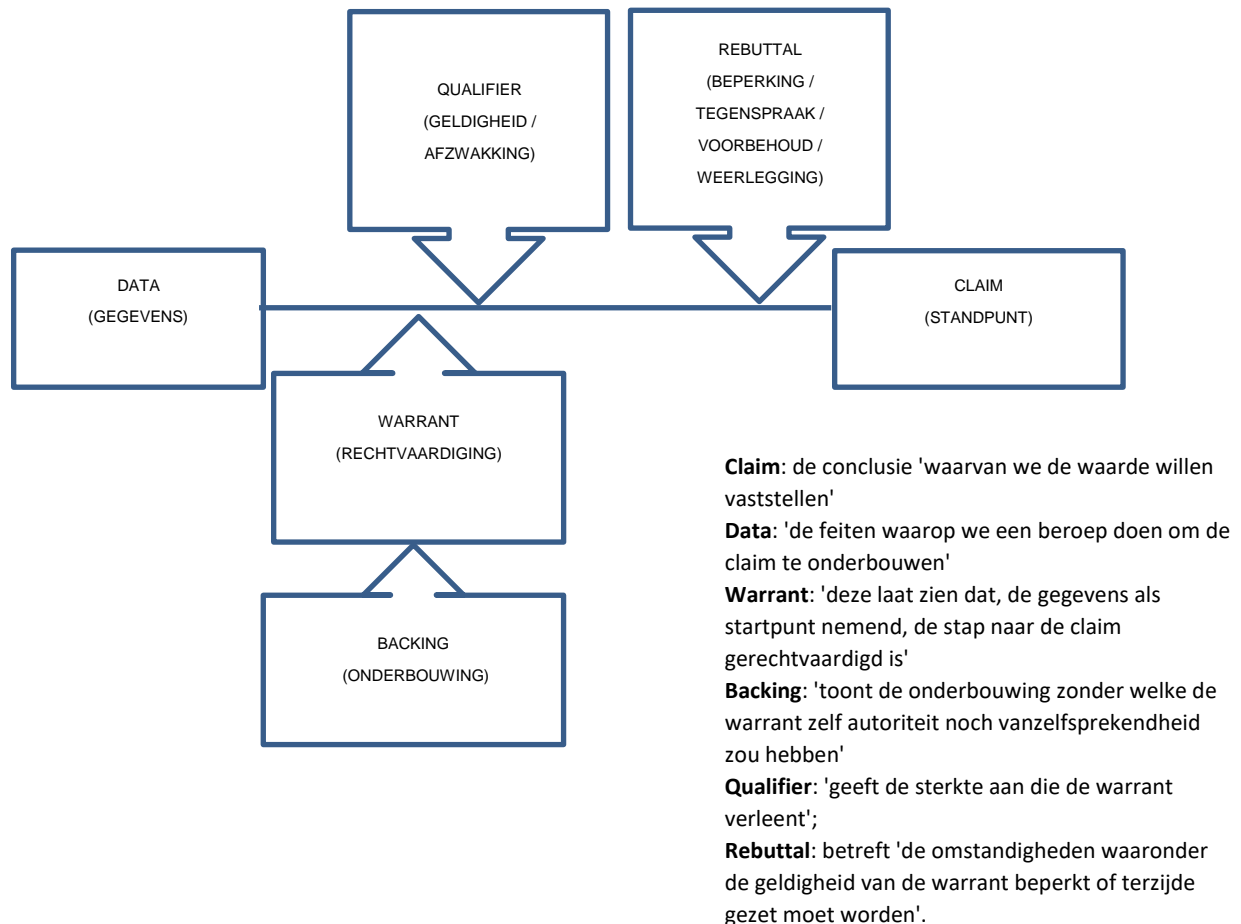
De SPA+ is bedoeld om te leren hoe redeneringen in elkaar zitten en hoe je een opgave systematisch kunt aanpakken. Als leerlingen dit in de vingers hebben, zullen ze minder een beroep hoeven doen op het schema van de SPA+. Het is dan ook niet de bedoeling van de makers dat leerlingen de SPA+ altijd en overal gebruiken bij redeneeropgaven. Bij ingewikkelde opgaven met veel tussenstappen kunnen leerlingen er weer op teruggrijpen.

Het is verstandig dit zorgvuldig formuleren zo nu en dan (elk jaar een paar keer?) samen in de klas met de leerlingen te doen, uitgaande van een eerder gegeven antwoord dat goede elementen heeft, maar duidelijk niet goed is. Leerlingen krijgen zo een duidelijk beeld krijgen wat er wordt gevraagd – vakmatig op niveau scherp formuleren – en ze ervaren hoe ze zelf een redeneringen in volledige zinnen kunnen opschrijven.

BIJLAGE 1 Het argumentatieschema van Toulmin

Een argumentatieschema dat in de SPA+ gebruikt wordt, is afgeleid van dat van Stephen Toulmin¹, die het met het oog op de rechtspraak ontwikkelde. Het schema van Toulmin wordt echter veel breder toegepast, ook op het gebied van de natuurwetenschappen. Hieronder lichten we kort toe hoe het schema van de SPA+ van dat van Toulmin is afgeleid.

Het oorspronkelijke argumentatieschema van Toulmin ziet er als volgt uit. In Nederlandse versies worden soms verschillende vertalingen van de Engelse termen gebruikt, die zetten we er tussen haakjes bij.

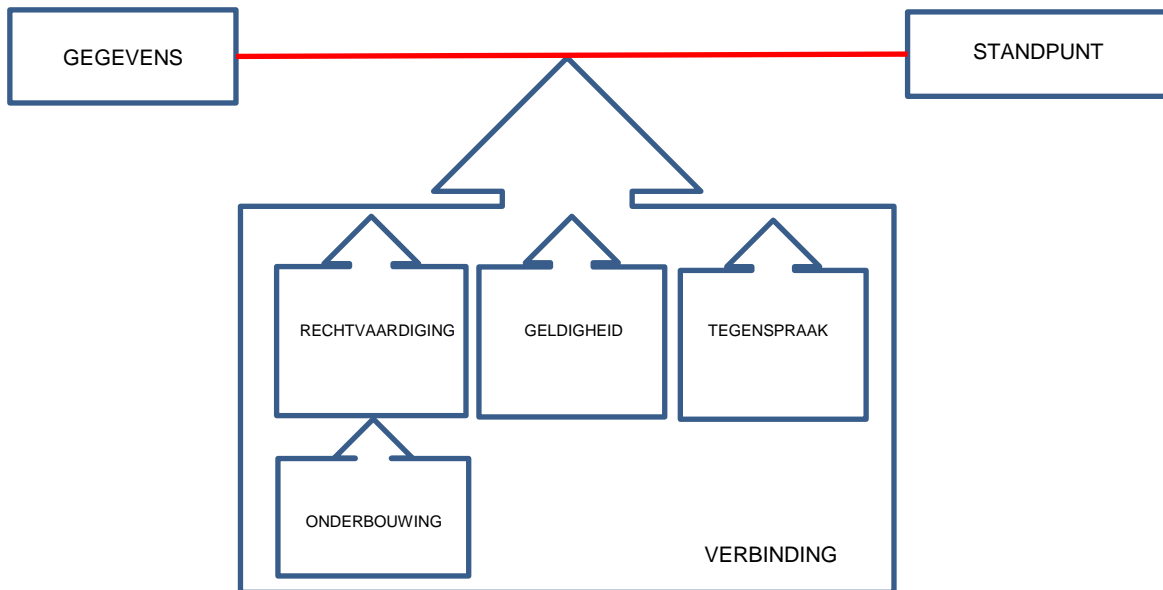


Het complete schema van Toulmin lijkt te ingewikkeld om in de bovenbouw van havo en vwo te gebruiken, daarom versimpelen we het door alles tussen GEGEVENS en STANDPUNT samen te nemen onder de naam VERBINDING.

Tevens houden we voor de GEGEVENS de Engelse term DATA aan om verwarring te voorkomen met de 'gegevens' uit een opgave.² en het STANDPUNT noemen we CONCLUSIE (om de suggestie te vermijden dat het om een mening gaat).

¹ S. Toulmin (1958). *The uses of argument*. Cambridge: University Press

² Die verwarring blijkt desalniettemin toch vaak op te treden: het kan zijn dat in een opgave de conclusie van de redenering gegeven is, terwijl de data gevraagd worden. Leerlingen zijn dan toch vaak geneigd bij 'DATA' de gegeven conclusie op te schrijven.



Het versimpelde schema van een redenering ziet er dan zo uit:



BIJLAGE 2 Voorbeelden van verschillende vraagtypen

Categorie C WAAR LEIDT DIT TOE?

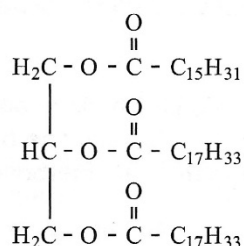
We zoeken de CONCLUSIE in combinatie met de VERBINDING

Voorbeeld 1: CE havo 2015-I, vraag 1

Deze opgave is oefenopgave 1 uit het leerlingmateriaal.

Wij dopen onze frieten erin, maar het zit ook op menig broodje gezond of in een salade: mayonaise. Mayonaise is een koude witte saus op basis van olie en eidooiers.

Olie (vet) bestaat voornamelijk uit glyceryltri-esters: esters van glycerol en vetzuren. Een vereenvoudigde structuurformule van een glyceryltri-ester die in mayonaise voorkomt is:



Hierin zijn verschillende typen vetzuren veresterd.

Vetzuren kunnen worden onderverdeeld in de volgende typen: verzadigd, enkelvoudig onverzadigd en meervoudig onverzadigd.

- 2p 1 Beredeneer welk type of welke typen veresterde vetzuren in de hierboven gegeven structuurformule aanwezig zijn.

Het officiële correctievoorschrift:

1 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ groep bevat geen dubbele binding / bevat alleen enkelvoudige bindingen. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren. De $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ groepen bevatten (elk) één dubbele binding. Deze vetzuren behoren tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.
 - De $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ groep komt voor in palmitinezuur. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren. De $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ groepen komen voor in oliezuur. Dit vetzuur behoort tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.
 - De $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ groep komt voor in een verzadigd vetzuur want deze voldoet aan $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$. De $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ groep komt voor in een (enkelvoudig) onverzadigd vetzuur want deze voldoet aan $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}$.
-
- de $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ groep bevat geen dubbele binding / bevat alleen enkelvoudige bindingen / komt voor in palmitinezuur / voldoet aan $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren. 1
 - de $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ groepen bevatten één dubbele binding / komen voor in oliezuur / voldoen aan $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}$. Deze vetzuren behoren tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren. 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ groep bevat geen dubbele binding

/ bevat alleen enkelvoudige bindingen / komt voor in palmitinezuur. De $C_{17}H_{33}$ groepen bevatten één dubbele binding / komen voor in oliezuur.” zonder conclusie(s) of met (een) onjuiste conclusie(s)

Indien een antwoord is gegeven als: „De $C_{15}H_{31}$ groep behoort tot de verzadigde vetzuren en de $C_{17}H_{33}$ groepen behoren tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.”

1

1

Op de volgende bladzijde is het in het SPA+ formulier ingevuld.


Bij stap 4: om de redenering te kunnen maken is het handig om eerst te bedenken welke ingrediënten nodig zijn, zoals vakbegrippen, informatie uit de context of uit BINAS. En om daarna de denkstappen op te schrijven waarmee de ingrediënten met elkaar verbonden worden

Ingrediënten:

verzadigd, onverzadigd, alkanen, alkenen, dubbele bindingen, algemene formules voor alkanen en alkenen

Denkstappen:

- een verzadigde vetzuur heeft enkelvoudige bindingen, een verzadigde vetzuur is dus een alkaan
- een onverzadigde vetzuur heeft ook dubbele bindingen, bij meervoudig onverzadigd meerdere dubbele bindingen, een onverzadigde vetzuur is dus een alkeen
- De algemene formule voor een alkaan is $-C_nH_{2n+1}$
- De algemene formule voor een alkeen is $-C_nH_{2n-1}$
- Bij een extra dubbele binding zijn er steeds 2 H-atomen minder
- Uitzoeken of de gegeven vereenvoudigde structuurformules $-C_{15}H_{31}$ en $-C_{17}H_{33}$ voldoen aan de algemene formule van een alkaan of een alkeen.

stap 1 De vraag	Lees de opgave en de bijbehorende informatie goed door. Dat is belangrijk, want vrijwel altijd staat een deel van de redenering in de informatie of de vraag. Noteer de vraag hieronder. <i>Beredeneer welk type of welke typen veresterde vetzuren in de hierboven gegeven structuurformule aanwezig zijn.</i>	
stap 2 Wat wordt er gevraagd?	Welk type opgave is het: D, V of C? D: er wordt naar de DATA gevraagd (Waar is dit op gebaseerd?) V: er wordt naar de VERBINDING gevraagd (Hoe komen we erbij?) C: er wordt naar een CONCLUSIE gevraagd (Waar leidt dit toe?)	 type: C
stap 3 Wat is er gegeven?	Zet de delen van de redenering die in de opgave gegeven zijn in de juiste kolom(men) in de onderstaande tabel.	
stap 4 Wat is er nog nodig?	Verzamel de delen van de redenering je nodig hebt om die compleet te maken (zoals vakkennis, formules, informatie uit de context of uit BINAS). Schrijf deze op in de juiste kolom(men) van de onderstaande tabel.	

DATA	VERBINDING	CONCLUSIE
Structuurformule van een vet/olie met als vetzuurstaarten - $C_{15}H_{31}$ en - $C_{17}H_{33}$	1. Met behulp van de algemene formule van alkanen en alkenen kan onderscheid gemaakt worden tussen een verzadigde en onverzadigde vetzuren: Alkaan: $-C_nH_{2n+1}$ (verzadigde vetzuur) Alkeen: $-C_nH_{2n-1}$ (enkelvoudig onverzadigde vetzuur) 2. Bij elke extra dubbele binding zijn er steeds 2 H - atomen minder (meervoudige onverzadigde vetzuren)	- $C_{15}H_{31}$ voldoet een aan de formule van een alkaan: dus een verzadigd vetzuur - $C_{17}H_{33}$ voldoet aan de formule van een alkeen: dus een enkelvoudig onverzadigd vetzuur Dus in de mayonaise zitten twee typen vetzuren, een verzadigd vetzuur en (twee) enkelvoudige onverzadigde vetzuren.

stap 5 Hoe luidt de complete redenering?	Schrijf de hele redenering (dus ook de al gegeven delen) hieronder op in enkele volledige zinnen. Gebruik daarbij verbindingswoorden zoals 'want', 'omdat', 'als ... dan', 'daardoor', 'dus'. <i>De structuurformule van de mayonaise bevat twee verschillende vetzuren: $-C_{15}H_{31}$ en $-C_{17}H_{33}$</i> <i>Het vetzuur met de formule $-C_{15}H_{31}$ voldoet aan de algemene formule van een alkaan ($-C_nH_{2n+1}$). Het vetzuur met de formule $-C_{17}H_{33}$ voldoet aan de algemene formule van een alkeen met maar één dubbele binding ($-C_nH_{2n-1}$).</i> <i>DUS in de mayonaise zitten twee typen vetzuren, een verzadigd vetzuur en (twee) enkelvoudige onverzadigde vetzuren.</i>
stap 6 Antwoord op de vraag?	Controleer of je redenering een antwoord is op de vraag in de opgave en of het antwoord volledig is. <i>Er wordt uitgelegd welke type vetzuren in de mayonaise aanwezig zijn.</i>

Categorie D WAAROP IS DAT GEBASEERD?

We zoeken de DATA in combinatie met de VERBINDING

Voorbeeld 2: CE havo 2015-II, vraag 34

Deze opgave is oefenopgave 2 uit het leerlingmateriaal.

IJzer is een veelgebruikt metaal dat echter door reactie met zuurstof en water gemakkelijk wordt omgezet tot roest. De formule van roest is $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s})$.

Voor het verwijderen van roest zijn speciale 'roestoplossers' te koop. Mads en Matthijs onderzoeken voor hun profielwerkstuk de roestoplosser van de fabrikant HG. Op het etiket van deze vloeibare roestoplosser staat onder meer de volgende informatie:

HG roestoplosser

- **Verwijdert roest zonder schuren.**
- **Heeft bovendien een roestwerende werking.**
- **Het metaal kan na behandeling direct gelakt worden.**

Gebruiksaanwijzing:

Verdun 1 fles HG "roestoplosser" (0,5 liter) met 2,5 liter water. Leg het voorwerp in de oplossing, zodat het geheel ondergedompeld is. Afhankelijk van de hoeveelheid roest 10 minuten tot enige uren laten inwerken. Vervolgens goed naspoelen met veel water.

Attentie:

Gebruik rubber/plastic handschoenen.

Bevat: Fosforzuur (H_3PO_4)

Mads merkt op dat de aanduiding roestoplosser op het etiket tussen aanhalingstekens staat. Kennelijk lost roest niet op in de roestoplosser. Matthijs zegt dat roest reageert met de roestoplosser.

2p **34** Onderbouw de uitspraak van Matthijs aan de hand van de formule van roest en de informatie op het etiket.

Het officiële correctievoorschrift:

34 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

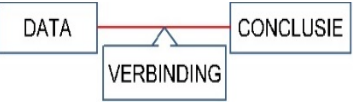
(Roest bevat O^{2-} /oxide-ionen.) O^{2-} /Oxide-ionen zijn basen en reageren met het fosforzuur uit de roestoplosser.

- O^{2-} /oxide-ionen zijn basen
- (O^{2-} /oxide-ionen/basen) reageren met (fosfor)zuur

Indien een antwoord is gegeven als: „ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)/roest is slecht oplosbaar (in water), het kan dus niet oplossen en zal dus reageren.”

1

Op de volgende bladzijde is het in het SPA+-formulier ingevuld.

stap 1 De vraag	Lees de opgave en de bijbehorende informatie goed door. Dat is belangrijk, want vrijwel altijd staat een deel van de redenering in de informatie of de vraag. Noteer de vraag hieronder. <i>Onderbouw de uitspraak van Matthijs aan de hand van de formule van roest en de informatie op het etiket.</i>	
stap 2 Wat wordt er gevraagd?	Welk type opgave is het: D, V of C? D: er wordt naar de DATA gevraagd (Waar is dit op gebaseerd?) V: er wordt naar de VERBINDING gevraagd (Hoe komen we erbij?) C: er wordt naar een CONCLUSIE gevraagd (Waar leidt dit toe?)	 type: D
stap 3 Wat is er gegeven?	Zet de delen van de redenering die in de opgave gegeven zijn in de juiste kolom(men) in de onderstaande tabel.	
stap 4 Wat is er nog nodig?	Verzamel de delen van de redenering je nodig hebt om die compleet te maken (zoals vakkennis, formules, informatie uit de context of uit BINAS). Schrijf deze op in de juiste kolom(men) van de onderstaande tabel.	

DATA	VERBINDING	CONCLUSIE
<ul style="list-style-type: none"> - De formule van roest (staat aan het begin van de opgave) is $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ - De formule van de roestoplosser is H_3PO_4 - H_3PO_4 is een zuur, kan H^+-ionen afstaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Als roest een base bevat dan kan er een zuur-base reactie plaatsvinden - $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ bevat O_2^--ionen, dat is een base. - De O_2^--ionen nemen H^+-ionen op. 	Roest lost niet op in roestoplosser, maar reageert met de roestoplosser

stap 5 Hoe luidt de complete redenering?	Schrijf de hele redenering (dus ook de al gegeven delen) hieronder op in enkele volledige zinnen. Gebruik daarbij verbindingswoorden zoals 'want', 'omdat', 'als ... dan', 'daardoor', 'dus'. <i>De formule van roest is $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, en de formule van de roestoplosser is H_3PO_4. Omdat er een zuur is (de roestoplosser, H_3PO_4, kan H^+-ionen afstaan) en een base (de O_2^--ionen uit roest, $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) zal er een zuur-basereactie plaatsvinden. Het zuur staat een H^+-ion af en de base neemt een H^+-ion op. Dus roest lost niet op in de roestoplosser, maar reageert met de roestoplosser.</i>
stap 6 Antwoord op de vraag?	Controleer of je redenering een antwoord is op de vraag in de opgave en of het antwoord volledig is. <i>De data (formules van roest en roestoplosser) en de argumenten (er vindt een zuur-base reactie plaats) voor de conclusie (roest lost niet op, maar reageert met de roestoplosser) zijn gegeven.</i>

Voorbeeld 3: CE vwo 2015-I, vraag 9

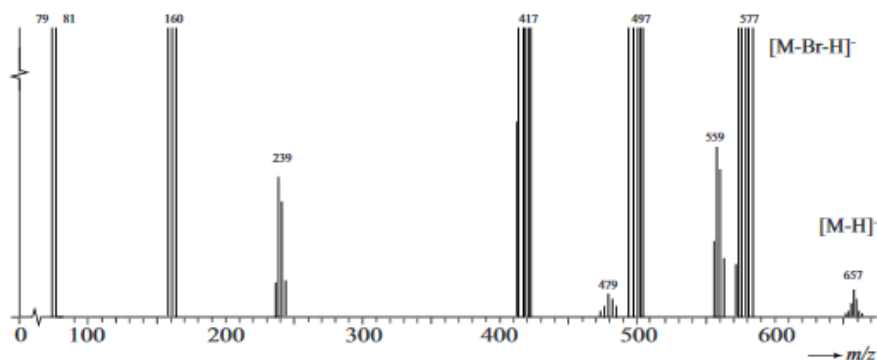
Na afloop van het experiment is uit de levercellen een stof M geïsoleerd. Stof M is door de levercellen gevormd uit HBCD. Het massaspectrum van de stof M is in figuur 3 weergegeven. Met de gebruikte techniek worden uitsluitend negatieve fragmentionen gevormd.

Boven een aantal pieken staat genoteerd aan welk fragmention de piek wordt toegeschreven. Hierbij staat bijvoorbeeld $[M-H]^-$ voor het negatief geladen fragmention waarbij aan het molecuul van de geïsoleerde stof M één H atoom ontbreekt.

Om kleine pieken zichtbaar te maken, is het spectrum sterk uitvergroot. Hierdoor ontbreekt de schaalverdeling op de y-as en zijn er geen verschillen in hoogte te zien bij de hogere pieken.

Waar bundels van pieken voorkomen is de m/z -waarde van de middelste piek aangegeven.

figuur 3



Rond $m/z = 160$ worden drie pieken waargenomen. Deze pieken verschillen in hoogte. De pieken zijn afkomstig van ionen Br_2^- .

- 3p 9 Leg uit dat rond $m/z = 160$ drie pieken aanwezig zijn, afkomstig van ionen Br_2^- en leg uit welke van de drie pieken de hoogste is. Gebruik Binas-tabel 25.

OPMERKING: Deze vraag bestaat eigenlijk uit twee vragen:

Vraag 9.1: Leg uit dat rond $m/z = 160$ drie pieken aanwezig zijn, afkomstig van ionen Br_2^- .

In de vraag is de CONCLUSIE van de redenering gegeven, namelijk dat er drie pieken aanwezig zijn en dat ze afkomstig zijn van Br_2^- -ionen.

Dus de DATA en de VERBINDING worden gevraagd.

Vraag 9.2: leg uit welke van de drie pieken de hoogste is, is eigenlijk een type C vraag en kan alleen goed beantwoord worden als vraag 9.1 goed is beantwoord. (Vraag 9.1 levert de DATA voor deze vraag, VERBINDING en CONCLUSIE worden gevraagd.)

Het officiële correctievoorschrift:

9 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

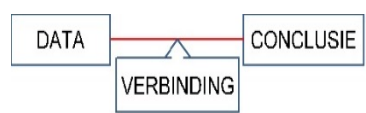
- Van Br komen in de natuur twee isotopen (^{79}Br en ^{81}Br in ongeveer gelijke hoeveelheden) voor. Hierdoor bestaan drie mogelijke combinaties van de isotopen in ionen Br_2^- : $^{79}\text{Br}-^{79}\text{Br}$, $^{81}\text{Br}-^{79}\text{Br}$ en $^{81}\text{Br}-^{81}\text{Br}$. Omdat de combinatie $^{81}\text{Br}-^{79}\text{Br}$ op twee manieren gemaakt kan worden, is de piek bij $m/z = 160$ de hoogste / (ongeveer) twee keer zo hoog als de andere twee.
- Br heeft twee isotopen A en B (^{79}Br en ^{81}Br die in ongeveer gelijke hoeveelheden voorkomen). Er zijn drie pieken omdat Br_2^- kan voorkomen als AA-AB-BB. De middelste piek zal de hoogste zijn, omdat deze ook als BA gevormd kan zijn.

- notie dat van Br in de natuur twee isotopen (^{79}Br en ^{81}Br in ongeveer gelijke hoeveelheden) voorkomen 1
- uitleg dat hierdoor drie mogelijke combinaties van de isotopen in ionen Br_2^- voorkomen 1
- rest van de uitleg 1

Indien een antwoord is gegeven als: “De drie pieken rond $m/z = 160$ worden veroorzaakt door de combinaties $^{79}\text{Br}-^{79}\text{Br}$, $^{81}\text{Br}-^{79}\text{Br}$ en $^{81}\text{Br}-^{81}\text{Br}$. De piek bij $m/z = 158$ is de hoogste want Br-79 komt het meest voor” 2

Op de volgende bladzijde is het in het SPA+-formulier ingevuld.

<p>stap 1 De vraag</p>	<p>Lees de opgave en de bijbehorende informatie goed door. Dat is belangrijk, want vrijwel altijd staat een deel van de redenering in de informatie of de vraag. Noteer de vraag hieronder. <i>Eigenlijk twee vragen</i></p> <p>1. Leg uit dat rond $m/z = 160$ drie pieken aanwezig zijn, afkomstig van ionen Br_2^-. 2. Leg uit welke van de drie pieken de hoogste is.</p>	
<p>stap 2 Wat wordt er gevraagd?</p>	<p>Welk type opgave is het: D, V of C? D: er wordt naar de DATA gevraagd (Waar is dit op gebaseerd?) V: er wordt naar de VERBINDING gevraagd (Hoe komen we erbij?) C: er wordt naar een CONCLUSIE gevraagd (Waar leidt dit toe?)</p>	<p>type: 1: D 2: C</p>
<p>stap 3 Wat is er gegeven?</p>	<p>Zet de delen van de redenering die in de opgave gegeven zijn in de juiste kolom(men) in de onderstaande tabel.</p>	
<p>stap 4 Wat is er nog nodig?</p>	<p>Verzamel de delen van de redenering je nodig hebt om die compleet te maken (zoals vakkennis, formules, informatie uit de context of uit BINAS). Schrijf deze op in de juiste kolom(men) van de onderstaande tabel.</p>	



DATA	VERBINDING	CONCLUSIE
<p>Er zijn van broom (BINAS tabel 25) twee isotopen, ^{79}Br en ^{81}Br, die in ongeveer gelijke hoeveelheden voorkomen.</p>	<p>(1) Drie combinaties mogelijk in een molecuul Br_2: $^{79}Br^{79}Br$, $^{79}Br^{81}Br$ en $^{81}Br^{81}Br$ Die moleculen verschillen iets in massa, dus geven ze elk een aparte piek in het spectrum. (2) De combinatie $^{79}Br^{81}Br$ kan op twee manieren gemaakt worden.</p>	<p>(1) Er zijn drie pieken rond $m/z = 160$, afkomstig van Br_2^- ionen. (2) De middelste piek is het hoogst.</p>

<p>stap 5 Hoe luidt de complete redenering?</p>	<p>Schrijf de hele redenering (dus ook de al gegeven delen) hieronder op in enkele volledige zinnen. Gebruik daarbij verbindingswoorden zoals 'want', 'omdat', 'als ... dan', 'daardoor', 'dus'.</p> <p>(1) Van Br komen twee isotopen voor: ^{79}Br en ^{81}Br. Daardoor zijn er drie combinaties mogelijk in een molecuul Br_2: $^{79}Br^{79}Br$, $^{79}Br^{81}Br$ en $^{81}Br^{81}Br$. Die moleculen verschillen iets in massa, dus geven ze elk een aparte piek in het spectrum. (2) Omdat de combinatie $^{79}Br^{81}Br$ op twee manieren gemaakt kan worden is de hoeveelheid daarvan groter en is de middelste piek het hoogst.</p>
<p>stap 6 Antwoord op de vraag?</p>	<p>Controleer of je redenering een antwoord is op de vraag in de opgave en of het antwoord volledig is. De data (de isotopen van Br) en de verbinding (er zijn verschillende combinaties mogelijk) voor de conclusie (er zijn drie pieken) zijn alle drie opgenomen in het antwoord. Ook is beredeneerd welke piek het hoogst is</p>

We zoeken de VERBINDING

Voorbeeld 4: CE vwo 2015-I, vraag 20

Thermoplastisch zetmeel

(...)

Eén van de weekmakers die in TPS wordt gebruikt, is glycerol (1,2,3-propaantriol). Moleculen glycerol nestelen zich tussen polymeerketens en vormen daar waterstofbruggen mee.

Door de aanwezigheid van glycerol tussen de polymeerketens is TPS beter te vervormen dan zetmeel met een vergelijkbare ketenlengte.

(...; o.a. vraag 19 weggelaten waarin gegeven is dat glycerol tussen de ketens van TPS komt en daar waterstofbruggen vormt)

2p 20 Leg uit met behulp van begrippen op deeltjesniveau hoe toevoeging van glycerol aan TPS het polymeer beter te vervormen maakt.

Het officiële correctievoorschrift:

20 maximumscore 2

Voorbeelden van een goed te rekenen antwoord zijn:

- Doordat de glycerolmoleculen tussen de ketens komen, vormen de ketens waterstofbruggen met glycerol. Het aantal waterstofbruggen tussen de ketens neemt hierdoor af, waardoor de ketens makkelijker langs elkaar kunnen bewegen (en het materiaal beter te vervormen wordt).
 - Doordat de glycerolmoleculen tussen de ketens komen, wordt de gemiddelde afstand tussen de ketens groter. De vanderwaalsbindingen tussen de ketens worden hierdoor zwakker, waardoor de ketens makkelijker langs elkaar kunnen bewegen (en het materiaal beter te vervormen wordt).
- notie dat de ketens waterstofbruggen vormen met de glycerolmoleculen 1
 - conclusie dat hierdoor het aantal waterstofbruggen tussen de ketens afneemt, waardoor de ketens makkelijker langs elkaar kunnen bewegen (en het materiaal beter te vervormen wordt) 1

of

- notie dat door de glycerolmoleculen de afstand tussen de polymeerketens groter wordt 1
- conclusie dat hierdoor de vanderwaalsbindingen tussen de ketens zwakker worden, waardoor de ketens makkelijker langs elkaar kunnen bewegen (en het materiaal beter te vervormen wordt) 1

Indien een antwoord is gegeven als: “Glycerol is een stroperige vloeistof, waardoor de ketens makkelijker langs elkaar glijden” 0

Op de volgende bladzijde is het SPA formulier ingevuld.

stap 1 De vraag	Lees de opgave en de bijbehorende informatie goed door. Dat is belangrijk, want vrijwel altijd staat een deel van de redenering in de informatie of de vraag. Noteer de vraag hieronder. <i>Leg uit met behulp van begrippen op deeltjesniveau hoe toevoeging van glycerol aan TPS het polymeer beter te vervormen maakt.</i>
stap 2 Wat wordt er gevraagd?	Welk type opgave is het: D, V of C? D: er wordt naar de DATA gevraagd (Waar is dit op gebaseerd?) V: er wordt naar de VERBINDING gevraagd (Hoe komen we erbij?) C: er wordt naar een CONCLUSIE gevraagd (Waar leidt dit toe?) <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> </div>
stap 3 Wat is er gegeven?	Zet de delen van de redenering die in de opgave gegeven zijn in de juiste kolom(men) in de onderstaande tabel.
stap 4 Wat is er nog nodig?	Verzamel de delen van de redenering je nodig hebt om die compleet te maken (zoals vakkennis, formules, informatie uit de context of uit BINAS). Schrijf deze op in de juiste kolom(men) van de onderstaande tabel.

type:
 ✓

DATA	VERBINDING	CONCLUSIE
<i>Glycerol wordt toegevoegd aan TPS</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Glycerol vormt waterstofbruggen met TPS - Daardoor zijn er minder waterstofbruggen tussen de aparte ketens van TPS - Daardoor kunnen de ketens makkelijker langs elkaar bewegen OF - Glycerol is een klein molecuul dat tussen de ketens van TPS komt - Daardoor wordt de afstand tussen de ketens groter - Daardoor worden de vanderwaalsbindingen tussen de ketens zwakker 	<i>Het TPS is beter te vervormen</i>

stap 5 Hoe luidt de complete redenering?	Schrijf de hele redenering (dus ook de al gegeven delen) hieronder op in enkele volledige zinnen. Gebruik daarbij verbindingswoorden zoals 'want', 'omdat', 'als ... dan', 'daardoor', 'dus'. <i>Doordat glycerol waterstofbruggen vormt met TPS, zijn er minder waterstofbruggen tussen de aparte ketens van TPS. Daardoor kunnen de ketens makkelijker langs elkaar bewegen en dus is het polymeer makkelijker te vervormen.</i> OF <i>Doordat glycerol een klein molecuul is dat tussen de ketens van TPS komt, wordt de afstand tussen de ketens van TPS groter. Daardoor worden de vanderwaalsbindingen tussen de ketens zwakker en dus is het polymeer makkelijker te vervormen.</i>
stap 6 Antwoord op de vraag?	Controleer of je redenering een antwoord is op de vraag in de opgave en of het antwoord volledig is. <i>Er wordt gevraagd om op deeltjesniveau uit te leggen waardoor het toevoegen van glycerol TPS beter te vervormen maakt. Dat doet dit antwoord.</i>