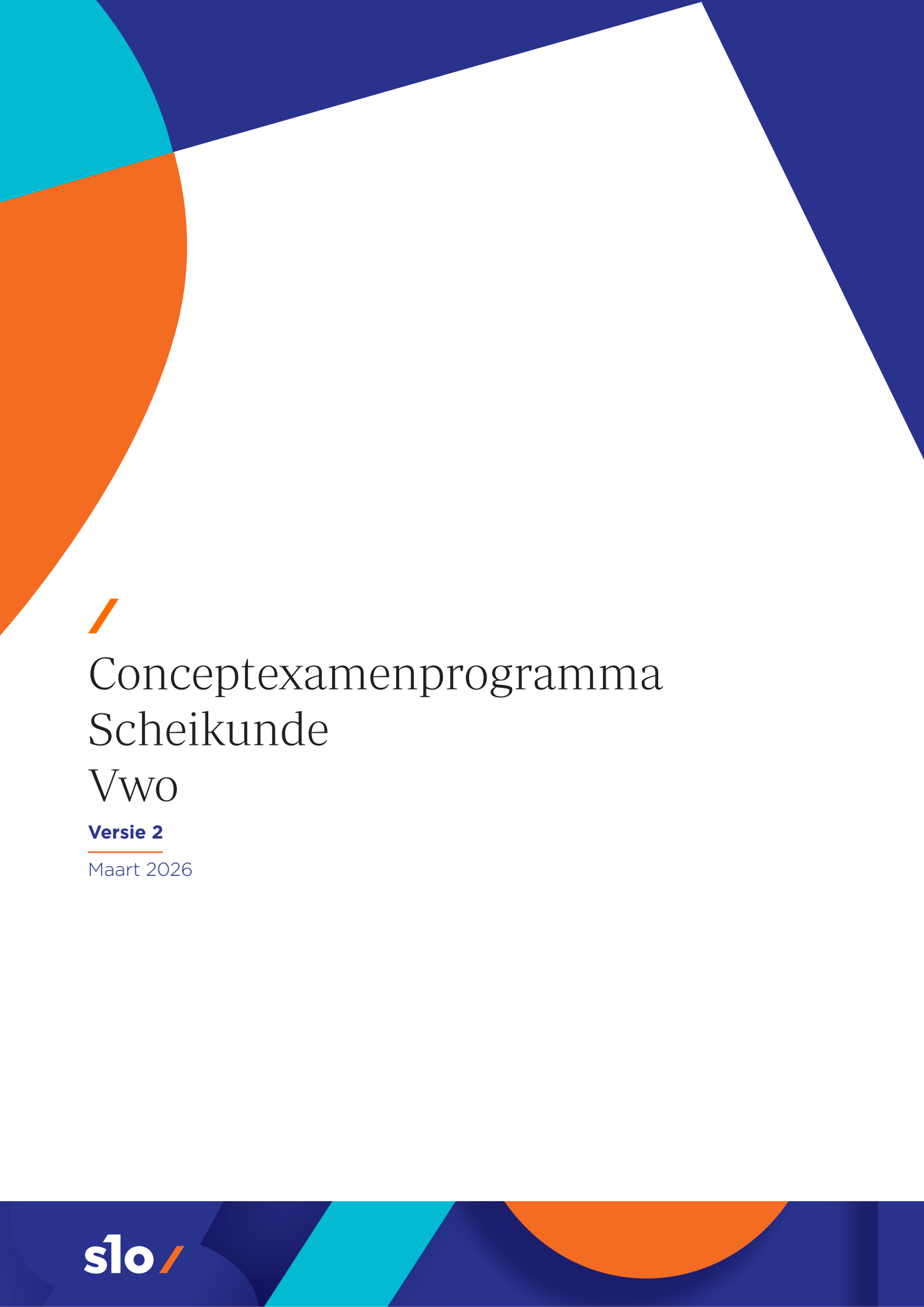




/

Conceptexamenprogramma Scheikunde Vwo

Versie 2

Maart 2026

Verantwoording



2026 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteur

SLO

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN 9.8055.078

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
Leeswijzer	4
Meer informatie	5
2. Karakteristiek scheikunde	6
Kenmerken van de natuurwetenschappen en technologie	6
Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken	6
Kenmerken van de discipline chemie	7
Scheikunde als schoolvak	8
Scheikunde in de schoolsoorten	8
3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen	10
4. Eindtermen	11
Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie	11
Domein B Concepten	15
Subdomein B1 Materie	15
Subdomein B2 Reacties en processen	20
Subdomein B3 Reactiemechanismen	22
Subdomein B4 Energie, reactiesnelheid en evenwicht	23
Subdomein B5 Evenwicht en entropie	25
Subdomein B6 Scheidingsmethoden	26
Subdomein B7 Scheiden en analyse	27
Domein C Denkwijzen	29
Domein D Vraagstukken	35
Subdomein D1 Maatschappelijke vraagstukken	35
Subdomein D2 Fundamentele vraagstukken	40
Subdomein D3 Contexten	44
Domein E Werkwijzen	45
Subdomein E1 Werkwijzen 1	45
Subdomein E2 Werkwijzen 2	47
Domein F Zelfontwikkeling	53
Bijlage – Begrippenlijst	55

1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma scheikunde voor het vwo – **versie 2**. In maart 2025 heeft de vakvernieuwingscommissie natuurwetenschappelijke vakken na twee en half jaar de eerste versie van dit conceptexamenprogramma ontwikkeld – tegelijkertijd en in samenhang met de andere conceptexamenprogramma's scheikunde voor alle schoolsoorten en leerwegen.

Op basis van dat conceptexamenprogramma heeft het College voor Toetsen en Examens (CvTE) een conceptsyllabus ontwikkeld voor de inhouden die aan het centraal examen zijn toegewezen. De syllabuscommissie heeft bij de uitwerking hiervan adviezen gedaan voor aanpassingen in het conceptexamenprogramma. SLO heeft deze gewogen en heeft op basis daarvan verbeteringen gedaan. Daarnaast zijn er ook aanpassingen gedaan op basis van de afstemming met conceptkerndoelen en de afstemming tussen vakken. Dit heeft geleid tot de versie 2 die voor je ligt.

SLO zal alle conceptexamenprogramma's en -syllabi beproeven in de onderwijspraktijk. De feedback die wordt opgehaald bij leerlingen, leraren en andere betrokkenen wordt gewogen en waar nodig worden de conceptexamenprogramma's en de conceptsyllabi aangescherpt. Daarna worden de documenten vastgesteld door het ministerie van OCW. Vanaf dat moment kunnen de definitieve examenprogramma's en de syllabi geïmplementeerd worden.

SLO voert in [opdracht](#) van het ministerie van OCW regie over de actualisatie van het gehele curriculum.

Leeswijzer

Dit conceptexamenprogramma begint met een karakteristiek, waarin de visie op scheikunde en de positie van het vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs staat beschreven. Daarna volgt het raamwerk: een schematische weergave van de inhouden per domein of subdomein en een verdeling van inhouden over school- en centraal examen. Vervolgens volgen de eindtermen. Per eindterm is een doelzin, uitwerking ('Het gaat hierbij om') en een illustratie ('Te denken valt aan') opgenomen. De doelzin en uitwerking behoren tot het wettelijk deel; de illustratie tot het niet-wettelijke deel. Bij de eindterm staat of het om een beheersingsdoel gaat (B), een ervaringsdoel (E) of dat er sprake is

van een hybride doel (H), een combinatie van beheersing en ervaring. Tot slot staat in de bijlage de begrippenlijst.

Meer informatie

Meer informatie over de inhoudelijke keuzes en de inrichting van het proces is te vinden in het toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken voor vmbo, havo en vwo – versie 2 (Brouwers-Meeuwis, Goedegebure, Meijer, Oldenbeuving, Woldhuis, 2026).

Alle informatie over de totstandkoming, de opzet, werkwijze en inhoud van de conceptexamenprogramma's is te vinden op: <https://www.actualisatie-examenprogrammas.nl/natuurwetenschappelijke-vakken>.

2. Karakteristiek scheikunde

Kenmerken van de natuurwetenschappen en technologie

Scheikunde is – net als biologie en natuurkunde – een natuurwetenschappelijk schoolvak. Als zodanig is het nauw verweven met technologie en met de schoolvakken natuur, leven en technologie (nlt) en Onderzoek en Ontwerpen (O&O).

De natuurwetenschappen bestuderen de natuurlijke werkelijkheid, technologie verandert haar. Natuurwetenschappen onderzoeken de natuurlijke wereld om ons heen, zowel levend als niet-levend. Dat doen ze op alle schalen met behulp van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming. Technologie hanteert kennis en vaardigheden voor het ontwerpen, bouwen en gebruiken van voorwerpen en systemen om problemen op te lossen en behoeften te vervullen. Bij het onderzoeken en ontwerpen maken natuurwetenschappen en technologie gebruik van vergelijkbare en specifieke denk- en werkwijzen. De resultaten van de natuurwetenschappen en van technologie – evenals de ontwikkeling van hun methodes – zijn het product van menselijk handelen. Ze maken al eeuwen deel uit van de menselijke cultuur.

Natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkeling versterken elkaar. Hiermee krijgen mensen steeds weer nieuwe manieren om hun leef- en werkomgeving te begrijpen en beïnvloeden. Dat laatste biedt kansen, maar ook uitdagingen voor de maatschappij en planeet aarde.

Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken

In de onderbouw wordt via de kerndoelen mens en natuur de basis gelegd voor natuurwetenschappelijke en technologische concepten, denkwijzen en werkwijzen. In de bovenbouw worden deze verder uitgediept in de disciplinaire vakken biologie, natuurkunde en scheikunde, en op havo en vwo de interdisciplinaire vakken nlt en O&O. Het zijn profiel(keuze)vakken met een algemeen vormend karakter. Van onderbouw naar bovenbouw verschuift de nadruk. In de onderbouw gaat het vooral om inhouden die leerlingen nodig hebben in hun persoonlijk leven en als burger in de samenleving. In de bovenbouw zijn de inhouden meer relevant voor vervolgopleidingen en toekomstige werkvelden en beroepen.

De natuurwetenschappelijke en technologische denk- en werkwijzen dragen bij aan de ontwikkeling van een onderzoekende houding en het probleemoplossend vermogen van leerlingen. Samenwerken en reflectie op eigen bijdragen en

interesses ondersteunen hun persoonlijke ontwikkeling. De vakken besteden aandacht aan hoe natuurwetenschappelijke kennis en technologische producten tot stand komen. Dit stelt leerlingen in staat de waarde en betrouwbaarheid van uitspraken over natuurwetenschappen en technologie te beoordelen. Daarmee – in combinatie met relevante conceptuele kennis – kunnen leerlingen in het dagelijks leven een eigen mening vormen en beredeneerd beslissingen nemen over maatschappelijke en persoonlijke vragen waarin natuurwetenschappelijke kennis of technologie een rol speelt.

De natuurwetenschappelijke vakken staan niet los van de andere vakken. Veel natuurwetenschappelijke en technologische vraagstukken brengen maatschappelijke of morele aspecten met zich mee die zich lenen voor het onderzoeken van burgerschapsvraagstukken. Wiskunde speelt een onmisbare rol in de natuurwetenschappen, met name statistiek, wiskundig modelleren en het gebruik van wiskundige technieken. Digitale geletterdheid wordt binnen de vakken aangesproken en versterkt. Dat gebeurt bij het verzamelen, categoriseren en presenteren van data en bij het gebruiken, aanpassen en maken van computermodellen. Verder zijn een goede algemene taalbeheersing en beheersing van de vaktaal noodzakelijk zowel voor begripsontwikkeling als bij het formuleren van precieze en gestructureerde redeneringen. Op het vmbo bieden de vakken ondersteuning bij de beroepsgerichte vakken en praktijkgerichte programma's, doordat leerlingen concepten, denk- en werkwijzen aanleren die hiervoor relevant zijn.

Kenmerken van de discipline chemie

Bij scheikunde worden inhouden geleerd uit de sector en discipline chemie. Chemici gebruiken en bestuderen de eigenschappen van stoffen, hun samenstelling, bouw en interactie. Op basis van de verkregen kennis maken ze verantwoorde keuzes over de toepassing van stoffen, of maken nieuwe materialen. Chemici zetten hun kennis en vaardigheden in om processen op moleculaire en productieschaal te sturen en te controleren, in de chemische industrie, voedingsmiddelenindustrie, farmaceutische industrie/farmacie en in medische werksituaties. Dit betekent dat experimenten, analyses van samenstellingen, ontwerpen van installaties en modellen van reacties en mechanismen tot chemische fabrieken deel uit maken van het werkterrein van chemici.

Bij het oplossen van fundamentele en toepassingsgerichte chemische vraagstukken spelen planmatig en creatief denken een belangrijke rol naast de natuurwetenschappelijke denkwijzen, zoals denken in systemen en systeemmodellen, stabiliteit en verandering, structuur-eigenschappen, orde van grootte en verhoudingen en redeneren over behoudswetten en kringlopen.

De door chemici ontwikkelde kennis en technologie dragen bij aan oplossingen voor lokale, nationale of wereldwijde vraagstukken: energiegebruik en -opslag, milieu, gezondheid, voedsel, grondstoffengebruik en circulaire productie.

Scheikunde als schoolvak

Op het vmbo-gl/tl is scheikunde een keuzevak voor alle profielen. Op het havo en vwo is scheikunde een verplicht vak voor de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek. In alle andere profielen kan scheikunde ook in het vrije deel worden aangeboden. Scheikunde wordt in alle schoolsoorten afgesloten met een schoolexamen (SE) en een centraal examen (CE).

Het schoolvak scheikunde ondersteunt leerlingen bij het maken van geïnformeerde keuzes over de genoemde vraagstukken, en het handelen ernaar. Hiervoor reflecteren leerlingen op de verbanden tussen de werkelijkheid om ons heen en de deeltjes waaruit die is opgebouwd. Leerlingen leren deze verbanden te beschrijven in scheikundige concepten, formule- en beeldtaal. Ze worden zich ervan bewust dat keuzes impact kunnen hebben op de directe omgeving, maatschappij en aarde. In alle schoolsoorten leren de leerlingen scheikundige experimenten op te zetten en uit te voeren, en leren ze de daarvoor relevante praktische vaardigheden.

Scheikunde in de schoolsoorten

Op vmbo-gl/tl geldt dat het domein Vraagstukken startpunt is voor zowel het CE-deel als het SE-deel. Op havo en vwo geldt dat voor het CE-deel van het programma het domein Concepten het startpunt is en voor het SE-deel het domein Vraagstukken.

Vmbo

Op vmbo-gl/tl leren leerlingen scheikundige inhouden die relevant zijn voor hun leefwereld. Daarnaast dient het als basis voor de toekomstige beroepspraktijk en de doorstroom naar het mbo en havo. Leerlingen komen in aanraking met beroepsbeelden waarin de focus ligt op het uitvoeren en ondersteunen van onderzoek in de gezondheidszorg en voedingsindustrie, het besturen en beheersen van productieprocessen en kwaliteitsbewaking in de genoemde sectoren.

Havo

Op het havo leren leerlingen scheikundige inhouden die relevant zijn voor hun leefwereld, de toekomstige beroepspraktijk en de doorstroom naar het hbo en vwo. Ze leren een onderzoek uitvoeren of een ontwerp maken, gebruikmakend van bestaande theorieën, modellen en methoden, waarmee ze zich voorbereiden

op het hbo. Op havo staan praktijkonderzoek, ontwikkel- en optimalisatievraagstukken centraal.

Vwo

Op het vwo leren leerlingen chemische inhouden die relevant zijn voor hun leefwereld en voor de doorstroom naar de toekomstige beroepspraktijk of een academische vervolgstudie. Daarom ligt het accent op fundamentele kennis, en op het formuleren, beantwoorden en oplossen van eigen onderzoeks- of ontwerp vragen. Door keuzeonderwerpen aan te bieden worden de grenzen opgezocht van wetenschappelijke en technologische kennis. Dit bereidt leerlingen voor op wetenschappelijke vervolgopleidingen.

3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen

Hieronder vind je het raamwerk van scheikunde geordend naar domeinen en subdomeinen. Daarbij is een verdeling gemaakt van inhoud over het schoolexamen (SE) en centraal examen (CE).

Domeinindeling	Titel (sub)domein	Toewijzing	
		SE	CE
Domein A	Aard van de natuurwetenschappen en technologie	X	
Domein B	Concepten		
Subdomein B1	Materie		X
Subdomein B2	Reacties en processen		X
Subdomein B3	Reactiemechanismen	X	
Subdomein B4	Energie, reactiesnelheid en evenwicht		X
Subdomein B5	Evenwicht en entropie	X	
Subdomein B6	Scheidingsmethoden	X	X
Subdomein B7	Scheiden en analyse	X	
Domein C	Denkwijzen	X	X
Domein D	Vraagstukken		
Subdomein D1	Maatschappelijke vraagstukken	X	
Subdomein D2	Fundamentele vraagstukken	X	
Subdomein D3	Contexten	X	X
Domein E	Werkwijzen		
Subdomein E1	Werkwijzen 1	X	
Subdomein E2	Werkwijzen 2	X	X
Domein F	Zelfontwikkeling	X	

4. Eindtermen

Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie

Eindterm 1

De leerling verkent de aard van scheikunde. (E)

Het gaat hierbij om:

- verkennen van het werk- en onderzoeksgebied van scheikunde;
- verkennen welke vragen scheikundigen stellen;
- verkennen van verschillen tussen scheikunde en andere natuurwetenschappen.

Te denken valt aan:

- bij een profielwerkstukpresentatie voor een derde klas uitleggen wat scheikundigen onderzoeken;
- tijdens een LOB-reflectiegesprek het verband uitleggen tussen wat een gastlesgever zegt en hoofdstukken in de leertekst.

Eindterm 2

De leerling toont inzicht in de totstandkoming en de gevolgen van de inzet van technologie. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven dat technologie wordt ontwikkeld om problemen op te lossen of behoeften te vervullen;
- verklaren van mogelijkheden en onmogelijkheden van technologie;
- beschrijven hoe bij de ontwikkeling van technologie rekening wordt gehouden met gewenste en ongewenste gevolgen ervan;
- beschrijven hoe technologie de maatschappij beïnvloedt.

Te denken valt aan:

- de gewenste en ongewenste gevolgen van een industrieel proces afwegen bij een vraagstuk over duurzame energie;
- een onderwijsleergesprek voeren over de redenen waarom er kwaliteitsnormen zijn voor het gebruik van bioplastics als verpakkingsmateriaal, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren.

Eindterm 3**De leerling toont inzicht in de totstandkoming en betrouwbaarheid van wetenschappelijk kennis. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de rol van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming in de totstandkoming van wetenschappelijke kennis;
- vergelijken van natuurwetenschappelijke uitspraken op onzekerheid, voorlopigheid en generaliseerbaarheid;
- verklaren waarover wel en geen natuurwetenschappelijke uitspraken kunnen worden gedaan;
- beschrijven van de rol van toeval, sleutelexperimenten en sleutelwaarnemingen bij de ontstaansgeschiedenis van natuurwetenschappelijke kennis;
- beschrijven hoe eerlijk, onafhankelijk, transparant, verantwoordelijk en zorgvuldig werken door wetenschappers leidt tot verhoging van de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis.

Te denken valt aan:

- in een lessenserie over reactiesnelheid een groepsgesprek voeren over wat het betekent dat het botsende-deeltjesmodel het effect van een katalysator niet kan verklaren;
- onderzoeken of de door cafeïne beïnvloede hartslag bij watervlooiën representatief is voor mensen, bij een vraagstuk over gezondheid;
- verschillende methodieken om het fosfaatgehalte te bepalen vergelijken op betrouwbaarheid, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Eindterm 4

De leerling beschrijft hoe natuurwetenschap en technologie worden beïnvloed. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven hoe maatschappelijke belangen invloed hebben;
- beschrijven hoe de cultuurhistorische en sociaal-culturele context invloed hebben;
- beschrijven hoe creativiteit, verbeeldingskracht en persoonlijke drijfveren invloed hebben;
- beschrijven hoe natuurwetenschap en technologie elkaar beïnvloeden.

Te denken valt aan:

- oriënteren op welke grondstoffen zouden moeten worden gebruikt voor bioplastics vanuit maatschappelijk, milieu- en economisch perspectief, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren;
- een gesprek voeren over hoe de ethische aspecten van een experiment met watervlooiën invloed hebben op wat wel en niet wordt onderzocht.

Domein B Concepten

Subdomein B1 Materie

Eindterm 5

De leerling toont begrip van de scheikundige notatie van stoffen. (B)

Het gaat hierbij om:

- benoemen van een systematische naam bij een gegeven triviale naam;
- opstellen van molecuul- of verhoudingsformules bij een gegeven systematische naam en omgekeerd;
- ordenen van stoffen aan de hand van symbool, molecuul- of verhoudingsformules;
- beschrijven van karakteristieke groepen in structuurformules van moleculaire stoffen;
- opstellen van structuurformules bij een gegeven systematische naam en omgekeerd.

Te denken valt aan:

- bij een infographic met de structuurformules van de koolwaterstoffen die aanwezig zijn in slootwater de systematische namen geven, in een lessenserie over schoon milieu;
- structuurformules van verfontschuimers opzoeken in een les over verf;
- op een poster de structuurformules weergeven van insecticiden die gebruikt worden bij de chrysantenteelt.

Eindterm 6

De leerling toont inzicht in de bouw van atomen, ionen en moleculen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de bouw van atomen, isotopen en ionen;
- verband leggen tussen eigenschappen van atoomsoorten en de positie van deze atoomsoorten in het periodiek systeem;
- verband leggen tussen de elektronegativiteit van atomen en het continuüm van apolaire covalente atoombinding tot ion- en metaalbinding;
- weergeven van een lewisstructuur met daarin partiële en formele ladingen;
- beschrijven van stereo-isomerie en ruimtelijke bouw van samengestelde ionen en moleculen.

Te denken valt aan:

- de positie van de elektronen vergelijken in de modellen van Bohr en Rutherford en in het VSEPR-model;
- in een tekening de atoombouw weergeven van lood-ionen in een les over schoon milieu;
- de sterkte van de binding tussen een C- en F-atoom vaststellen aan de hand van het verschil in elektronegativiteit van beide atomen;
- bij een wijnsteenmolecuul aangeven welke en hoeveel stereo-isomeren er mogelijk zijn.

Eindterm 7

De leerling toont inzicht in de elektrostatistische interacties tussen atomen, ionen en moleculen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van verschillende soorten elektrostatistische interacties en hun relatieve sterkte;
- beschrijven op welke wijze elektrostatistische interacties tussen deeltjes leiden tot structuren in stoffen;
- verband leggen tussen elektrostatistische interacties en de ruimtelijke structuur van macromoleculen en aggregaten.

Te denken valt aan:

- in een lessenserie over voeding tijdens het voorbereiden van een experiment uitzoeken waarom zetmeel geschikt is om water te binden;
- in een schema weergeven welke bindingen er voorkomen in de structuren van kevlar en dyneema;
- in een verslag uitleggen waarom vezels en water samen papier vormen, in een lessenserie over papier;
- in een opdracht over energie verklaren welke bindingen er verbroken worden tijdens het strijken van een overhemd;
- met een model van een DNA-streng illustreren hoe de vorming van H-bruggen leidt tot een draaiing in een DNA-molecuul.

Eindterm 8**De leerling verklaart stofeigenschappen aan de hand van de bouw van stoffen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- verklaren van stofeigenschappen met in de stoffen aanwezige deeltjes, interacties en hun bouw;
- verklaren van stofeigenschappen met de samenstelling van de stof en in de stof aanwezige structuren en onderlinge interacties;
- verklaren van de verandering van stofeigenschappen als gevolg van omstandigheden.

Te denken valt aan:

- een hypothese formuleren op basis van eigenschappen waarom (poly)melkzuur kan dienen als grondstof voor bioplastics;
- in een tekening weergeven waarom stoffen die in eidooiers voorkomen geschikt zijn als emulgator;
- op een poster uitleggen waarom een gekko langs een vlakke muur omhoog kan lopen;
- een muurverf ontwerpen die van kleur verandert als je erlangs loopt, aan de hand van aangereikte literatuur in een les over verf.

Eindterm 9

De leerling toont inzicht in biomoleculaire stoffen: structuren, eigenschappen en hun functies in organismen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van karakteristieke moleculaire structuren van stoffen in organismen;
- beschrijven van de werking van enzymen aan de hand van het sleutel-slot-principe;
- verband leggen tussen ruimtelijke structuur, eigenschap en functie van stoffen in organismen;
- beschrijven van de ordening van moleculen in membranen door moleculaire interacties;
- beschrijven van de ruimtelijke structuren van DNA, RNA en eiwitten door waterstofbruggen.

Te denken valt aan:

- met een stripverhaal uitleggen hoe cafeïne de adenosinereceptoren blokkeert, bij een vraagstuk over gezondheid;
- met structuurformules weergeven hoe water wordt gebonden aan een stuk zetmeelmolecuul, bij een vraagstuk over voeding;
- een gesprek voeren over de hypothese dat een combinatie van H-bruggen en het waterafstotende karakter van T,U,A en C verantwoordelijk is voor de helixvorming;
- een schematische voorstelling maken van hoe amylase zetmeel omzet;
- de structuurformules tekenen van vijf aminozuren bij een les over biomoleculen.

Subdomein B2 Reacties en processen

Eindterm 10

De leerling toont inzicht in chemische en fysische processen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke interacties worden verbroken en gevormd bij een proces;
- opstellen van een vergelijking voor een proces;
- opstellen van een vergelijking van een polymerisatieproces;
- opstellen van een vergelijking van de vorming en afbraak van koolhydraten, vetten, eiwitten;
- uitvoeren van berekeningen aan een proces;

Te denken valt aan:

- een reactievergelijking opstellen voor de vorming van polymelkzuur uit melkzuur;
- de benodigde reactievergelijkingen voor de terugtitratie opstellen met tabellen;
- berekenen bij hoeveel blikjes cafeïnehoudende frisdrank een gezondheidsnorm wordt overschreden, bij een vraagstuk over gezondheid;
- onderzoeken hoe fosfaat kan worden teruggewonnen uit het milieu met het oog op circulariteit, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Eindterm 11

De leerling toont inzicht in chemische reacties waarbij protonen of elektronen worden overgedragen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke deeltjes betrokken zijn bij zuurbasereacties, redoxreacties en ladingtransport;
- opstellen van een vergelijking van een zuurbasereactie;
- opstellen van een vergelijking van een redoxreactie;
- opstellen van een halfreactie van een onbekende reductor of oxidator;
- uitvoeren van berekeningen aan ladingstransport en aan de pH als maat voor de zuurgraad bij sterke zuren en base.

Te denken valt aan:

- de relatieve sterktes van reactanten toepassen bij het opstellen van een totaalvergelijking van een redoxreactie;
- de verwachte pH uitrekenen van zelfgemaakte frisdrank bij een les over voeding;
- de totale reactievergelijking van de termietreactie opstellen met behulp van halfreacties;
- bij een ijzersulfaat-batterij de halfreacties opstellen die aan beide polen plaatsvinden in een lessenserie over duurzame energie.

Eindterm 12**De leerling toont inzicht in kringlopen en in de productie van stoffen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- analyseren van een gegeven blokschema van een productieproces;
- beschrijven van verschillen tussen soorten productieprocessen;
- redeneren over energie, massa en rendement bij een gegeven productieproces;
- uitvoeren van berekeningen aan atomeconomie, E-factor en rendement bij een gegeven productieproces;
- redeneren over een gegeven kringloop vanuit een behoudswet.

Te denken valt aan:

- uitzoeken hoe fosfaat teruggewonnen kan worden uit afvalwater, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- in een opdracht over circulair produceren en consumeren de atomeconomie berekenen van de productie van PET en PEF;
- het hergebruik van stoffen bij de productie van tapijttegels visualiseren in een schema bij een vraagstuk over circulair produceren;
- op een poster de verschillen presenteren tussen de batch- en continue productie van polystyreen.

Subdomein B3 Reactiemechanismen**Eindterm 13****De leerling toont inzicht in het verloop van moleculaire reacties. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van de termen elektrofiel, nucleofiel en radicaal;
- weergeven van het verloop van een moleculaire reactie door het verplaatsen van valentie-elektronen.

Te denken valt aan:

- een radicaalmechanisme opstellen voor de polymerisatie van styreen;
- met lewisstructuren weergeven hoe de keto-enol omlegging plaats kan vinden binnen een propanolmolecuul.

Subdomein B4 Energie, reactiesnelheid en evenwicht

Eindterm 14

De leerling toont inzicht in energie-effecten bij chemische en fysische processen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beredeneren of energie vrijkomt of nodig is bij processen aan de hand van waarnemingen en gegevens
- verband leggen tussen energie-effecten en de representatie ervan in een energiediagram;
- uitvoeren van berekeningen met vormingswarmten.

Te denken valt aan:

- berekenen hoeveel energie er vrijkomt bij de verbranding van biogas bij een vraagstuk over duurzame energie;
- energiestromen bij de productie van chloor uit keukenzout weergeven in een blokschema bij een vraagstuk over duurzame energie;
- uitrekenen hoeveel waterstof er per minuut nodig is om een auto constant te laten rijden met 70 km/h, in een les over energie.

Eindterm 15**De leerling toont inzicht in reactiesnelheid en katalyse. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van de grootte reactiesnelheid met grootte v en passende eenheid;
- verklaren van de invloed van factoren op de reactiesnelheid;
- beschrijven van de invloed van het gebruik van (bio)katalysatoren op het rendement, de selectiviteit en snelheid van een reactie;
- uitvoeren van berekeningen aan reactiesnelheid;
- afleiden van de snelheidsbepalende stap vanuit gegevens van een meerstappenproces.

Te denken valt aan:

- reactiesnelheid uitdrukken in verandering van massa, concentratie of gasvolume in de tijd: mol/L s, g/h of mL/s;
- met een tekening het effect visualiseren van het toevoegen van bruinsteen aan een H_2O_2 -oplossing, tijdens een lessenserie over reactiesnelheid;
- in een stripverhaal uitleggen hoe de reactiesnelheid toeneemt als de concentratie van een reactant groter wordt;
- het botsende-deeltjesmodel vergelijken met het lopen langs een zo recht mogelijke lijn door een bomvolle aula;
- de verandering in hoeveelheid of concentratie over een tijdsinterval bepalen uit een diagram.

Eindterm 16**De leerling toont inzicht in evenwichtsprocessen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- verklaren van het ontstaan van een evenwichtssituatie door het benoemen van de twee even snelle maar tegengestelde processen;
- redeneren met gebruik van de evenwichtsvoorwaarde over verdelingsevenwichten, reacties in oplossingen en reacties in gasfase;
- beschrijven van de verschuiving van de ligging van het evenwicht door veranderingen in concentratie van betrokken deeltjes, temperatuur en druk.

Te denken valt aan:

- uitleggen waarom een gedeelte en niet alles van de CO₂ oplost in zeewater, bij een lessenserie over schoon milieu;
- een redenering formuleren die uitlegt waarom er meer van een slecht oplosbaar zout kan oplossen in water met een hogere temperatuur;
- het verdelingsevenwicht van de vorming van ammoniak uit de elementen opschrijven.

Subdomein B5 Evenwicht en entropie**Eindterm 17****De leerling analyseert en rekent aan evenwichtsprocessen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven dat de entropie toeneemt van vaste stof, naar vloeistof naar gas en omgekeerd afneemt;
- beschrijven van het ontstaan van een evenwichtssituatie met behulp van de begrippen reactiesnelheid, energie-effect en entropie;
- uitvoeren van berekeningen aan evenwichtsprocessen.

Te denken valt aan:

- aantonen met een berekening dat de pH hoger is in een 1M oplossing van azijnzuur dan in zoutzuur;
- het rendement van de verestering van azijnzuur met ethanol berekenen als er 75% van het azijnzuur wordt omgezet;
- de sublimatie van droogijs beschrijven met energie en entropie.

Subdomein B6 Scheidingsmethoden

Eindterm 18

De leerling toont inzicht in de werking en toepassing van scheidingsmethoden. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van scheidingsmethoden;
- beschrijven van de werking van scheidingmethoden op basis van verschil in stoffeigenschappen;
- beredeneren welke scheidingsmethode geschikt is voor het scheiden van een gegeven mengsel.

Te denken valt aan:

- onderzoeken hoe microplastics zijn te verwijderen uit oppervlaktewater, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- een infographic maken over de werking van dunnelaagchromatografie;
- uitzoeken hoe fosfaat teruggewonnen kan worden uit afvalwater, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Subdomein B7 Scheiden en analyse

Eindterm 19

De leerling past scheidingsmethoden toe. (B)

Het gaat hierbij om:

- beredeneren welke scheidingsmethode het meest geschikt is voor het scheiden van een gegeven mengsel;
- toepassen van een of meerdere scheidingsmethodes om een mengsel te scheiden.

Te denken valt aan:

- onderzoeken hoe fosfaat kan worden teruggewonnen uit het milieu met het oog op circulariteit, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- verschillende methoden om luchtverontreiniging bij een snelweg vast te stellen vergelijken, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- de aanwezigheid van cafeïne determineren met dunnelaagchromatografie, bij een vraagstuk over gezondheid;
- onderzoeken hoe kleurstoffen worden verwijderd uit spoelmiddelen in de textielindustrie, bij een opdracht over procestechnologie.

Eindterm 20**De leerling analyseert kwalitatief en kwantitatief de samenstelling van stoffen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- uitvoeren van aantonningsreacties met behulp van reagentia;
- interpreteren van een chromatogram om de samenstelling van een mengsel te bepalen;
- interpreteren van IR-spectra om karakteristieke groepen te identificeren;
- bepalen van een concentratie met behulp van een ijklijn en de wet van Lambert-Beer;
- bepalen van de concentratie met behulp van een titratie;
- verband leggen tussen moleculaire fragmenten enerzijds en karakteristieke patronen en relatieve piekhoogten anderzijds in een massaspectrum.

Te denken valt aan:

- met massaspectra bepalen wat de afbraakproducten zijn van een biologisch afbreekbaar bioplastic;
- uitzoeken welke weekmaker is aangetroffen in een voedselverpakking met behulp van gegeven massaspectra, bij een praktische opdracht bij een voedingsmiddelenproducent.

Domein C Denkwijzen

Eindterm 21

De leerling redeneert met patronen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van patronen in waarnemingen en gegevens;
- ordenen van gegevens op basis van eigenschappen;
- formuleren van verwachtingen op basis van patronen.

Te denken valt aan:

- een patroon van terugkerende styreen-eenheden aangeven in een gegeven stukje polystyreen;
- een eigen periodiek systeem maken met de klas;
- een lineair verband weergeven tussen de concentratie van ijzer-ionen en de kleur van de oplossing;
- reacties classificeren om patronen te ontdekken in een verzameling reacties;
- een verwachting uitspreken over de werking van een zonnebrandcrème op basis van patronen in samenstelling, bij een vraagstuk over milieu.

Eindterm 22**De leerling redeneert met oorzaak en gevolg en relaties daartussen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- analyseren wat oorzaak en gevolg is bij een gegeven situatie;
- beredeneren wat mogelijke oorzaken zijn van een gegeven gevolg en wat mogelijke gevolgen zijn van een gegeven oorzaak;
- beschrijven van een oorzaak-gevolgrelatie met behulp van een onderliggend mechanisme;
- beredeneren of onder een correlatie een oorzakelijke verband ligt.

Te denken valt aan:

- een causaal verband tussen de H_2O_2 -concentratie en de gasvorming met berekeningen onderbouwen bij een lessenserie over reactiesnelheid;
- onderzoeken of er een verband is tussen het eten van roomijs en obesitas, bij een vraagstuk over voeding;
- verklaren waarom de reactiesnelheid toeneemt als de concentratie van een reactant groter wordt;
- met lewisstructuren weergeven hoe de keto-enol omlegging plaats kan vinden binnen propanol.

Eindterm 23**De leerling redeneert met schaal, verhouding en hoeveelheid. (B)**

Het gaat hierbij om:

- formuleren van beredeneerde schattingen van aantallen en van waarden van grootheden;
- vergelijken van schaalgroottes;
- redeneren met verhoudingen tussen gerelateerde grootheden.

Te denken valt aan:

- de benodigde hoeveelheid oplossing voor een duplo uitrekenen in een lessenserie over titratie;
- de temperatuurstijging inschatten op basis van de warmtecapaciteit en de hoeveelheid oplosmiddel, bij een vraagstuk over duurzame energie;
- het maken van een verdunningsreeks;
- rekenen met molaire volumes en dichtheden;
- het verloop van de cafeïneconcentratie in het bloed in de tijd beschrijven na het drinken van een kop koffie, bij een vraagstuk over gezondheid.

Eindterm 24**De leerling redeneert met systemen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- analyseren van een gegeven situatie als een systeem met systeemgrenzen, deelsystemen en hiërarchie van deelsystemen;
- analyseren van een gegeven systeem met input, output, interacties en terugkoppeling;
- redeneren over dynamiek en emergente eigenschappen van een gegeven systeem.

Te denken valt aan:

- in een poster aangeven welke structuren en interacties in kevlar leiden tot de kogelwerende eigenschappen;
- een reactor omschrijven als een systeem in een vraagstuk over circulaire chemie.

Eindterm 25**De leerling redeneert met behoud, kringlopen en transport. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van het gegeven dat verschillende vormen van energie in elkaar kunnen worden omgezet;
- redeneren over situaties met behulp van behoud van massa, energie, atomen en lading;
- redeneren over transportverschijnselen in situaties.

Te denken valt aan:

- uit de teruggewonnen hoeveelheid fosfaat bepalen hoeveel fosfaat er nog in het milieu aanwezig is, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- in een blokschema aangeven hoe bioplastics kunnen worden verwerkt en hergebruikt, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren.

Eindterm 26

De leerling redeneert met de relaties tussen structuur, eigenschap, en functie. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderscheiden van structuren op verschillende ordes van grootte;
- verband leggen tussen de eigenschappen van stoffen en de bouw van stoffen;
- relatie leggen tussen structuur en functie.

Te denken valt aan:

- in een poster aangeven welke structuren en interacties in de stof kevlar leiden tot de eigenschap dat het geschikt is als kogelwerend materiaal;
- uitgaande van een structuurformule, beredeneren waarom bepaalde stoffen geschikt zijn als emulgator;
- met de VSEPR-theorie uitleggen dat sp^3 hybridisatie leidt tot een tetraëdrische oriëntatie van de bindingen bij een C-atoom.

Eindterm 27**De leerling redeneert met stabiliteit en verandering. (B)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven wat het verschil is tussen een dynamisch en een statisch systeem;
- redeneren over onderliggende processen die leiden tot een stabiel systeem;
- redeneren over veranderingen die kunnen leiden tot verstoring van een stabiel systeem;
- redeneren over reactiviteit van stoffen.

Te denken valt aan:

- in een serie tekeningen uitleggen waarom meer CO₂ oplost in warm zeewater, bij een lessenserie over schoon milieu;
- in een stripverhaal beschrijven wat er gebeurt als er aan een ijzer-thiocyanaat-oplossing ijzer(III)chloride wordt toegevoegd.
- het verband bepalen tussen de H₂O₂-concentratie en de gasvorming met het rekenen aan reacties, bij een lessenserie over reactiesnelheid;
- in het blokschema van een industrieel proces weergeven waar energie wordt toe- en afgevoerd, bij een vraagstuk over duurzame energie;
- schematiseren van de P-kringloop bij een vraagstuk over schoon milieu

Domein D Vraagstukken

Subdomein D1 Maatschappelijke vraagstukken

Bevoegd gezag kiest drie van de vijf eindtermen (28 – 32).

Eindterm 28

De leerling werkt aan een vraagstuk op het gebied van gezondheid vanuit een scheikundig perspectief. (H)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van vragen vanuit een eigen definitie over gezondheid, over hoe je gezond blijft en wordt, en welke invloed stoffen hebben op je gezondheid;
- oriënteren op positieve en negatieve effecten van stoffen op de gezondheid;
- uitvoeren van een analyse om concentratie of gehalte van stoffen te bepalen;
- analyseren van dosis-effect-relatie van een stof op een organisme;
- reflecteren op de waarde van adviezen over stoffen en gezondheid van de leerling zelf, anderen en het milieu.

Te denken valt aan:

- een gesprek voeren over ethische aspecten van het gebruik van watervlooiën in een experiment;
- met een stripverhaal uitleggen hoe cafeïne de adenosinereceptoren blokkeert;
- determineren van de aanwezigheid van cafeïne met dunnelaagchromatografie;
- het verloop van de cafeïneconcentratie in het bloed in de tijd beschrijven na het drinken van een kop koffie;
- onderzoeken of de door cafeïne beïnvloede hartslag bij watervlooiën representatief is voor mensen.

Eindterm 29**De leerling werkt aan een vraagstuk op het gebied van voeding vanuit een scheikundig perspectief. (H)**

Het gaat hierbij om:

- formuleren van vragen over de samenstelling en productie van voeding en de waarde van een voedingsproduct op gezondheid;
- oriënteren op het belang van voeding en duurzame voedselproductie;
- verband leggen tussen de samenstelling, de structuur en eigenschap van een voedingsproduct;
- uitvoeren van een onderbouwde verbetering in de samenstelling van een voedingsproduct;
- reflecteren op voedselproductie en -consumptie en de waarde ervan voor de samenleving.

Te denken valt aan:

- je afvragen of het vitamine C-gehalte afhangt van het gebruiken van verschillende bereidingstechnieken;
- uitzoeken of er een verband is tussen het eten van roomijs en obesitas;
- ontwerpen van suikervrij roomijs;
- met structuurformules tekenen hoe water wordt gebonden aan een stuk zetmeelmolecuul;
- ontwerpen van een halal-winegum met kiwismaak.

Eindterm 30

De leerling werkt aan een vraagstuk op het gebied van milieu vanuit een scheikundig perspectief. (H)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van vragen over het belang van en omgang met het milieu;
- oriënteren op relaties tussen mens en natuur, en impact op de brede welvaart;
- ontwerpen van een kwalitatieve en kwantitatieve analyse van milieukwaliteit;
- ontwerpen van een zuiveringsproces van een vervuild milieu;
- reflecteren op het omgaan met het milieu, door de leerling zelf, door anderen en door samenlevingen nu en in de toekomst.

Te denken valt aan:

- een voorstel formuleren hoe een fosforkringloop in Nederland kan worden gerealiseerd;
- verschillende methodieken vergelijken om het fosfaatgehalte betrouwbaar te bepalen;
- onderzoeken hoe fosfaat teruggewonnen kan worden uit het milieu met het oog op circulariteit;
- de opbrengst van een proces bepalen waarbij fosfaten verwijderd zijn uit een afvalstroom;
- ontwerpen van een automatisch meetpunt voor een beschermd natuurgebied.

Eindterm 31

De leerling werkt aan een vraagstuk op het gebied van duurzame energievoorziening vanuit een scheikundig perspectief. (H)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van vragen over de impact van energieproductie, -opslag en -gebruik vanuit een definitie van duurzame energievoorziening;
- oriënteren op verschillende energiebronnen, -dragers en -opwekking en belangen daaromheen;
- uitleggen hoe een energieproductieproces duurzamer kan;
- ontwerpen van een proces waarbij de productie van energie wordt verduurzaamd of het verbruik verminderd;
- reflecteren op het gebruik van energie, de invloed ervan op de samenleving en eigen handelen.

Te denken valt aan:

- afwegen van de gewenste en ongewenste gevolgen van een industrieel proces;
- berekenen hoeveel energie er vrijkomt bij de verbranding van biogas;
- weergeven in een blokschema van een industrieel proces waar energie toe- en afgevoerd wordt;
- een redenering formuleren over hoe en waar in het productieproces energie kan worden bespaard;
- een mening vormen over de vraag of een voorgestelde verandering een proces voldoende duurzaam maakt.

Eindterm 32

De leerling werkt aan een vraagstuk op het gebied van circulair produceren en consumeren vanuit een scheikundig perspectief. (H)

Het gaat hierbij om:

- formuleren van vragen over de noodzaak en het belang van het circulair maken van productieketens;
- oriënteren op de belangen van producenten en consumenten rond produceren van stoffen en producten;
- verbanden leggen tussen de milieu-impact, de levenscyclus van een stof of product en het productieproces ervan, nu en in de toekomst;
- formuleren van een verbetervoorstel voor het verlagen van milieu-impact door keuzes in productie, gebruik en recycling op basis van principes van groene en circulaire chemie en *Safe and Sustainable by Design*;
- standpunt innemen over de milieu-impact van een stof of product op basis van de levenscyclus ervan.

Te denken valt aan:

- oriënteren op welke grondstoffen het meest aantrekkelijk zijn om biologisch afbreekbare bioplastics te maken vanuit de belangen van producenten en consumenten;
- in een presentatie aangeven hoe bioplastics kunnen worden verwerkt om de keten circulair te krijgen;
- een hypothese formuleren op basis van eigenschappen waarom (poly)melkzuur kan dienen als grondstof voor bioplastics;
- onderzoeken of de afbraaksnelheid van zelfgemaakte bioplastics kan worden bepaald met VIS.

Subdomein D2 Fundamentele vraagstukken

Bevoegd gezag kiest één van de vier eindtermen (33 – 36).

Eindterm 33

De leerling verkent het ontstaan van leven vanuit een chemisch perspectief. (E)

Het gaat hierbij om:

- relevante omstandigheden, processen, aspecten en bewijsvoering voor het ontstaan van leven;
- beschrijven van een onderzoeksgebied binnen onderzoek naar het ontstaan van leven;
- verwerken van een actuele natuurwetenschappelijke reviewstudie bij het beschrijven van concepten die relevant zijn voor het onderzoeksgebied;
- communiceren over verzamelde kennis;
- reflecteren op de wetenschappelijke inzichten over het ontstaan van leven in relatie tot culturele en maatschappelijke waarden, overtuigingen of achtergronden.

Te denken valt aan:

- in een posterpresentatie verkregen kennis uitwisselen over in hoeverre nucleosynthese en energiehuishouding nodig waren voor het ontstaan van leven;
- een lezing organiseren om kennis uit te wisselen over welke chemische processen, zoals chemische evolutie, zelfrePLICatie en zelforganisatie, konden leiden naar het ontstaan van leven;
- een krantenartikel schrijven over de relevantie voor het ontstaan van leven van chemische aspecten van leven, zoals ribozymen, en het centrale dogma van de moleculaire biologie;
- kennis uitwisselen over welke vormen van bewijsvoering, zoals modelexperimenten en fossielbewijs, er zijn voor hoe het leven kan zijn ontstaan.

Eindterm 34

De leerling verkent de bouw van atomen en het ontwerp van moleculen met specifieke functies. (E)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van een onderzoeksgebied binnen het onderzoek naar de bouw van deeltjes en stoffen;
- verwerken van een actuele natuurwetenschappelijke reviewstudie bij het beschrijven van concepten die relevant zijn voor het onderzoeksgebied;
- communiceren over verzamelde kennis;
- kwantummechanische atoombouw, kwantummechanische molecuulbouw, moleculair modelleren en het ontwerpen van stoffen vanuit het principe *Safe and Sustainable by Design*;
- reflecteren op de praktische en maatschappelijke relevantie van dit onderzoek.

Te denken valt aan:

- presenteren hoe atomen kwantummechanisch kunnen worden beschreven met spdf-orbitalen, electronspin of het uitsluitingsprincipe van Pauli;
- in een project beschrijven hoe moleculen kwantummechanisch kunnen worden beschreven met sp-hybridisatie, bindende en antibindende orbitalen of homo en lumo;
- met een presentatie kennis delen over hoe moleculair modelleren inzicht geeft in de eigenschappen van stoffen met conformatie, induced fit, liganden of sterische hindering;
- met posterpresentaties uitwisselen hoe stoffen op basis van *Safe and Sustainable by Design* kunnen worden geproduceerd door gebruik te maken van systeemdenken, causaliteit en levenscyclusanalyse.

Eindterm 35**De leerling verkent emergente eigenschappen en gedrag van supramoleculaire deeltjes. (H)**

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van een onderzoeksgebied binnen het onderzoek naar supramoleculaire deeltjes;
- verwerken van een actuele natuurwetenschappelijke reviewstudie bij het beschrijven van concepten die voor het onderzoeksgebied relevant zijn;
- communiceren over verzamelde kennis;
- zelfassemblage van supramoleculaire systemen, bouw en gedrag van colloïdale systemen, synthese en functies van composieten en nanomaterialen en soft matter;
- reflecteren op de praktische toepassingen en risico's van supramoleculaire deeltjes.

Te denken valt aan:

- een lezing organiseren om kennis uit te wisselen over hoe supramoleculaire systemen, zoals membranen of transmembrane kanalen, kunnen zelfassembleren;
- in een project uitwisselen hoe colloïdale systemen zijn opgebouwd en zich gedragen, zoals Brownse beweging, fasegedrag of de mate van ordening;
- met een posterpresentatie uitwisselen hoe samengestelde materialen, zoals composieten, legeringen en keramiek, met een specifieke functie kunnen worden gemaakt;
- in een project uitwisselen hoe nanomaterialen, zelfherstellende materialen en soft matter zoals gels met een specifieke functie kunnen worden gemaakt.

Eindterm 36

De leerling verkent de bewerking en productie van chemicaliën op industriële schaal. (H)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van een gebied binnen de bewerking en productie van chemicaliën op industriële schaal;
- verwerken van een actuele natuurwetenschappelijke reviewstudie bij het beschrijven van concepten die voor het onderzoeksgebied relevant zijn;
- communiceren over verzamelde kennis;
- reactortypen en hun karakteristieken, massa- en energiebalansen van reactorsystemen, fysische transportverschijnselen en kwantitatieve conversie, selectiviteit en rendement;
- reflecteren op procestechnologie vanuit perspectieven van welvaart, milieu en circulariteit, met aandacht voor elektrificatie en het principe *Safe and Sustainable by design*.

Te denken valt aan:

- in een postersessie kennis uitwisselen over typen reactoren, zoals fluid bed, membraan of flow reactor, homogene en heterogene katalyse en mechanische en chemische scheidingsmethoden en hun karakteristieken;
- in een project kennis uitwisselen over massa- en energiebalansen van reactorsystemen;
- in een posterpresentatie kennis uitwisselen over fysische transportverschijnselen, zoals laminaire stroming, turbulentie en roeren;
- een artikel schrijven over kwantitatieve conversie, selectiviteit en rendement van de ammoniakproductie, rekening houdend met stoichiometrie, reactiemechanismen en katalyse.

Subdomein D3 Contexten

Eindterm 37

De leerling past concepten, denkwijzen en werkwijzen toe in contexten. (B)

Het gaat hierbij om:

- wendbaar toepassen van concepten, denkwijzen en werkwijzen in beschreven situaties waarin scheikunde relevant is.

Te denken valt aan:

- leefwereld- en beroepscontexten;
- afleiden uit de context in welke betekenis vakbegrippen worden gebruikt.

Domein E Werkwijzen

Subdomein E1 Werkwijzen 1

Eindterm 38

De leerling formuleert onderzoeks- en ontwerp vragen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke kennis nog niet beschikbaar is;
- beschrijven welk benodigd of gewenst product nog niet beschikbaar of geoptimaliseerd is;
- formuleren van onderzoeksvragen vanuit een vraagstuk of waarneming;
- formuleren van ontwerp vragen vanuit behoeftes en problemen;
- evalueren van een zelf geformuleerde onderzoeks- of ontwerp vraag op eenduidigheid, haalbaarheid en relevantie.

Te denken valt aan:

- een ontwerp vraag opstellen om vega winegums met kiwismaak te maken, bij een vraagstuk over voeding;
- een onderzoeksvraag opstellen om de aantasting van flora door zonnebrandcrème te onderzoeken, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Eindterm 39**De leerling werkt aan een praktische activiteit. (B)**

Het gaat hierbij om:

- uitvoeren van een plan van aanpak;
- zorg dragen voor een veilige omgeving;
- veilig, doelmatig en duurzaam gebruiken van digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen;
- beschrijven van waarnemingen.

Te denken valt aan:

- de afbraaksnelheid bepalen van zelfgemaakte bioplastics met VIS, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren;
- tijdens de uitvoering bepalen of een triplo uitvoering noodzakelijk is, in een lessenserie over titratie;
- de reactiesnelheid meten van de ontleding van H_2O_2 , bij een lessenserie over reactiesnelheid;
- het vitamine C-gehalte bepalen in verschillende vruchtensappen.

Eindterm 40**De leerling formuleert een onderbouwd standpunt. (B)**

Het gaat hierbij om:

- situaties en vraagstukken waarin scheikundige kennis een rol speelt;
- ordenen van natuurwetenschappelijke en technologische feiten, principiële overwegingen en maatschappelijke en persoonlijke belangen;
- beoordelen van de argumenten op correctheid en relevantie;
- afwegen van verschillende argumenten.

Te denken valt aan:

- een gesprek voeren over ethische aspecten van een experiment met watervlooiën, bij een vraagstuk over gezondheid;
- een standpunt innemen over de mate waarin een polyetheen productieproces duurzaam is, bij een vraagstuk over duurzame energie;
- een mening formuleren over het gebruik van kunstmest bij voedselproductie, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Subdomein E2 Werkwijzen 2

Eindterm 41

De leerling stelt een plan van aanpak op. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderbouwen welke digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen worden ingezet;
- onderbouwen welke stappen achtereenvolgens genomen moeten worden bij het bouwen en meten;
- beschrijven van maatregelen om veilig en duurzaam te werken;
- formuleren van een mogelijke uitkomst.

Te denken valt aan:

- verschillende methodieken vergelijken om het fosfaatgehalte betrouwbaar te bepalen, bij een vraagstuk over schoon milieu;
- onderzoeken of de afbraaksnelheid van zelfgemaakte bioplastics kan worden bepaald met VIS, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren;
- beschrijven hoe je zou kunnen onderzoeken of de door cafeïne beïnvloede hartslag bij watervlooiën representatief is voor mensen, bij een vraagstuk over gezondheid;
- een schatting maken van de concentratie van de oplossing die wordt getitreerd.

Eindterm 42**De leerling gebruikt en ontwerpt natuurwetenschappelijke modellen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- modellen die scheikundige verschijnselen beschrijven, verklaren en voorspellen;
- beredeneren wat de grenzen van een model zijn;
- relatie leggen tussen het doel van een model en de overeenkomsten en verschillen met het gemodelleerde verschijnsel;
- gebruiken, evalueren en aanpassen van kwalitatieve modellen.

Te denken valt aan:

- spiegelbeeldisomeren bouwen met een molecuulbouwdoos;
- bij een experiment over reactiesnelheid verklaren, met het botsende-deeltjesmodel, waarom de reactie sneller liep bij hogere temperatuur;
- in een lessenserie over reactiesnelheid als bevinding constateren dat het botsende-deeltjesmodel niet geschikt is om het effect van de katalysator te verklaren;
- lewisstructuren gebruiken om reactiemechanismen te duiden;
- onderbouwen, met het botsende-deeltjesmodel, van het verband tussen de H_2O_2 -concentratie en de gasvorming.

Eindterm 43**De leerling verwerkt data. (B)**

Het gaat hierbij om:

- aflezen van diagrammen en tabellen;
- data verwerken in diagrammen en tabellen met behulp van digitale en niet-digitale middelen;
- beoordelen van de uitvoering en uitkomsten van metingen ten aanzien van de begrippen betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en aannemelijkheid;
- kiezen van een weergave waarin patronen en verdelingskenmerken in de data zichtbaar worden gemaakt;
- interpreteren van statistische analyses met betrekking tot verdeling en samenhang.

Te denken valt aan:

- de equivalentiepunten bepalen van een tweewaardig zwak zuur uit een titratiecurve, in een lessenserie over titratie;
- bij een experiment over luchtverontreiniging de verkregen data uitzetten tegen de tijd;
- de dagelijkse slaap, eet- en schooltijden van de afgelopen 30 dagen visualiseren bij een vraagstuk over gezondheid;
- berekenen van gemiddelde, spreiding en correlaties.

Eindterm 44**De leerling toont inzicht in verbanden tussen natuurwetenschappelijke grootheden. (B)**

Het gaat hierbij om:

- weergeven van waardes van grootheden in decimale en wetenschappelijke notatie, in bijpassende eenheden en passend afgerond;
- beschrijven van verbanden tussen grootheden in formules en diagrammen;
- interpreteren van formules, tabellen en diagrammen die verbanden tussen grootheden weergeven;
- redeneren over scheikundige grootheden en hun verbanden met eigenschappen van wiskundige standaardfuncties.

Te denken valt aan:

- uitkomsten omzetten naar de gewenste eenheid;
- door extrapolatie voorspellingen doen over waarden die niet zijn gemeten;
- bij de verwerking van data in een diagram aangeven of het verband lineair of exponentieel is.

Eindterm 45**De leerling past wiskunde toe. (B)**

Het gaat hierbij om:

- toepassen van rekenvaardigheden: verhoudingen, gemiddelden, gehalten en logaritmes;
- toepassen van meetkunde: omtrek, oppervlakte en volume, tetraëder, spiegel- en snijvlakken;
- toepassen van algebra bij formules: invullen, omschrijven, substitueren.

Te denken valt aan:

- een gewenste verdunning afschatten van de te titreren vloeistof, opdat er een betrouwbare duplo kan worden uitgevoerd;
- berekenen hoeveel energie er vrijkomt bij de verbranding van biogas, bij een vraagstuk over duurzame energie;
- uitrekenen hoeveel $\text{m}^3 \text{CO}_2$ er ontstaat bij de verbranding van 1 ton methaan;
- met het VSEPR-model de ruimtelijke bouw van eenvoudige moleculen voorspellen;
- de aanwezigheid van symmetrie in moleculen verklaren met snij- en spiegelvlakken.

Eindterm 46**De leerling redeneert over natuurwetenschappelijke verklaringen en technische oplossingen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- redeneren met natuurwetenschappelijke modellen en theorieën;
- redeneren over wetenschappelijke resultaten en resultaten uit eigen onderzoek;
- formuleren van mogelijke verklaringen, technische oplossingen en onderdelen daarvan;
- formuleren van passende conclusies.

Te denken valt aan:

- aantonen dat een zelfgemaakte fijnstofmeter werkt omdat deze binnen een gewenste foutmarge hetzelfde meet als de fijnstofmeter dat te koop is;
- uit data afleiden dat de afbraaksnelheid van zelfgemaakte bioplastics hoger is dan van plastics op fossiele basis, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren.

Eindterm 47**De leerling gebruikt en communiceert informatie. (B)**

Het gaat hierbij om:

- doelgericht zoeken en selecteren;
- beoordelen van de betrouwbaarheid van bronnen en de relevantie van informatie;
- doelgericht gebruiken van verschillende communicatievormen;
- toepassen van auteursrecht;
- maken van een bronvermelding.

Te denken valt aan:

- de betrouwbaarheid van een claim door een huidcrèmeproducent onderzoeken, bij een vraagstuk over gezondheid;
- opzoeken hoe polystyreen wordt geproduceerd, bij een vraagstuk over circulair produceren en consumeren;
- informatie opzoeken over de aantasting van waterflora door zonnebrandcrème, bij een vraagstuk over schoon milieu.

Domein F Zelfontwikkeling

Eindterm 48

De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgopleidingen en toekomst. (E)

Het gaat hierbij om:

- verkennen van de plaats en functie van scheikunde in de samenleving;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgopleidingen waarin de concepten, vraagstukken, denk- en werkwijzen van scheikunde relevant zijn;
- deelnemen aan activiteiten gerelateerd aan scheikunde;
- verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses die passen bij scheikunde;
- reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en beroep.

Te denken valt aan:

- een excursie maken naar een waterzuivering bij een vraagstuk over schoon milieu;
- uitspreken of het beroep van chemisch technoloog past bij het eigen toekomstbeeld tijdens een lessenserie over duurzame energie;
- een gastles volgen van een medewerker van een chemisch bedrijf;
- ontdekken of het interessant is om fenomenen te verklaren bij een lessenserie over reactiesnelheid.

Eindterm 49**De leerling reguleert het eigen leerproces. (E)**

Het gaat hierbij om:

- opstellen van leerdoelen;
- werken aan zelf opgestelde leerdoelen;
- ervaringen opdoen met verschillende leerstrategieën;
- reflecteren op het leerproces.

Te denken valt aan:

- bekijken wat de leerdoelen van een hoofdstuk zijn en bedenken welk leerdoel het uitdagendst is;
- bij het werken aan een opdracht peerfeedback geven aan de groepsleden;
- na een rekentoets beseffen dat het gebruiken van een systematische probleemaanpak verstandig is;
- aangeven hoe moet worden bijgestuurd om beter voorbereid te zijn bij een lessenserie over voeding;
- een maak-besprek-deel-opdracht uitvoeren.

Eindterm 50**De leerling draagt bij aan het samenwerken om een groepsresultaat te bereiken. (E)**

Het gaat hierbij om:

- communiceren over taken;
- zorg dragen voor het afronden van de eigen deeltaak;
- zorg dragen voor zichzelf en anderen bij het uitvoeren van een taak;
- verwoorden van feedback op eigen handelen en dat van groepsleden.

Te denken valt aan:

- peerfeedback geven aan de groepsleden;
- tijdens het werken aan een vraagstuk ook het perspectief innemen van een groepsgeenoot met andere opvattingen;
- uitvoeren van een experiment in tweetallen;
- een taakverdeling maken en daarbij rekening houden met elkaars interesses en kwaliteiten;
- na afloop van een groepsopdracht ieder groepslid een tip en een top geven.

Bijlage – Begrippenlijst

Hieronder lees je de vakspecifieke begrippen en hun omschrijving. Deze omschrijvingen zijn bedoeld voor leraren om de bedoeling en inhoud van het conceptexamenprogramma te begrijpen.

Begrip	Omschrijving
Aggregaten	Een cluster van deeltjes met een schaalgrootte van nanometers tot micrometers.
Betrouwbaarheid (van metingen)	De mate waarin een meting bij herhaling hetzelfde resultaat oplevert. Betrouwbaarheid komt ook in andere combinaties voor; daar heeft het geen speciale betekenis.
Circulaire chemie/circulaire productie	Circulaire economie houdt in dat bestaande materialen en producten zo lang mogelijk worden hergebruikt en gerecycled, waardoor vooral afval wordt beperkt. Bij circulaire chemie kunnen hernieuwbare grondstoffen continu worden gebruikt. De focus ligt op het behouden van atoomsoorten in productieketens en waardoor het afval wordt beperkt.
Communicatievorm	Verbale, non-verbale, schriftelijke en visuele communicatie.
Concept	Begrip, idee en theorieën om verschijnselen en systemen te begrijpen en te verklaren.
Context	Levenschte situatie waarin leerinhoud een rol speelt en betekenis krijgt voor een leerling. Contexten zijn verwant aan vraagstukken, maar niet hetzelfde. Biologie gebruikt een preciezere definitie, namelijk: "een representatie van een authentieke handelingspraktijk waarin leerlingen vanuit het perspectief van deelnemers biologische kennis hanteren met een bepaald doel".
Data	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
Deeltje	Atoom, molecuul of ion. Deeltjes kunnen zich in groeperingen, structuren, ordeningen of clusters bevinden.
Denkwijze	Een manier van denken die wetenschappers en technologen in de natuurwetenschappen gebruiken om de wereld om ons heen te begrijpen

	en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Denkwijze is de Nederlandse term voor <i>crosscutting concepts</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .
Diagram	Grafische weergave van numerieke informatie, bijvoorbeeld een grafiek of histogram.
Emergentie	Een verschijnsel dat ontstaat door interacties van de onderdelen.
Instrument: analoog en digitaal	Analoge meetinstrumenten zijn uitgerust met een wijzer of een afleesschaal. De grootte is direct af te lezen met behulp van de wijzer of schaal. Digitale meetinstrumenten geven de grootte weer in cijfers. Het glaswerk rekenen we tot de analoge meetinstrumenten.
Leefomgeving	De directe omgeving waarmee de leerling in aanraking komt. Dat is niet alleen de eigen school, straat, woonplaats of land. Het kan ook gaan om de omgeving waar de leerling een speciale relatie mee heeft.
Model: algemeen	Een beschrijving van een situatie uit de werkelijkheid die dient om een probleem of vraag in die situatie op te lossen. Deze beschrijving is niet volledig, maar bevat alleen die onderdelen of aspecten die relevant zijn voor het probleem of de vraag.
Model: kwalitatief	Een model waarin voor de beschrijving geen wiskunde wordt gebruikt. Veelgebruikte kwalitatieve modellen zijn analogieën en weergaves op schaal. Kwalitatieve modellen kunnen worden gebruikt om berekeningen aan verschijnselen te doen.
Passend afronden	Het afronden bij een berekening in het aantal cijfers gelijk aan dat van het getal met de kleinste nauwkeurigheid.
Patroon	Een regelmaat in een aantal waarnemingen.
Plan van aanpak	Plan voor het uitvoeren van een onderzoek of ontwerp.
Praktische activiteit	Een ontwerp, onderzoek of een deelactiviteit van één van die twee.
Proces	De manier waarop iets verloopt. Dit kan natuurlijk zijn of door mensen bedacht en/of beïnvloed.

Product	Door mensen ontworpen materiële zaken. Bij het ontwerpen van immateriële zaken wordt gesproken over processen.
(Reactie)vergelijking	Een schematische weergave in chemische notatie van chemische reacties en chemische of fysische processen.
Samenhang (tussen variabelen)	Samenhang tussen variabelen treedt op wanneer verschillende waarnemingen eenzelfde object betreffen en kan al dan niet op een causaal verband berusten. Hiermee kun je bijvoorbeeld het effect van de ene variabele op een andere variabele of verschillen tussen groepen vaststellen.
Sleutelexperiment	Een experiment dat een belangrijke rol speelde in de geschiedenis van een discipline.
Stof	Materie of materiaal.
Systeem	Het geheel van delen die met elkaar interacteren en een geheel vormen met specifieke emergente eigenschappen door de interacties tussen de delen, en dat een grens kent: er kan iets in- en/of uitgaan. Het systeem kan feedbackloops en een hiërarchische structuur bevatten, en is dynamisch van karakter.
Technologie	Het geheel van door de mens bedachte en nog te bedenken oplossingen voor problemen en behoeftes.
Vraag	Een uiting waarmee iemand probeert kennis, meningen, feiten of verklaringen te verkrijgen. Vragen kunnen eenvoudig tot complex zijn. Vragen zijn een onderdeel van een vraagstuk.
Vraagstuk	Groter, overkoepelend cluster van vragen waarvoor natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is voor de beantwoording.
Werkwijze	Een systematisch en methodisch werkproces die wetenschappers en technologen gebruiken om de wereld om hen heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Werkwijze is de Nederlandse term voor <i>practices</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



Bezoekadres
Stationsplein 1
3818 LE Amersfoort

Postadres
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

T +31 (0)33 484 08 40
E info@slo.nl
W www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)