

Empty box for content.

THEORIE UIT EXPERIMENTEN

SCHEIKUNDE

Empty box for content.

WERKWIJZE EN LEERDOELEN

Empty box for content.

ONDERBOUW

HAVO/VWO

Empty box for content.

Inhoud

- Natuurwetenschappelijke context
- Werkwijze
- Samenvattingen
- Toetsen
- Leerdoelen module I
- Leerdoelen module C
- Leerdoelen module S
- Leerdoelen module K
- Leerdoelen module E
- Leerdoelen module F

Theorie uit Experimenten

Natuurwetenschappelijke context

Met de methode Theorie uit Experimenten leer je scheikunde door het uitvoeren van series samenhangende opdrachten.

Bij de uitvoering van die opdrachten doe je zelf natuurwetenschappelijk onderzoek. De verschillende stappen daarvan zijn hieronder met een verschillende kleuren aangeduid.

1. Het begint meestal met een **context**: iets uit de krant of van tv, iets wat je wilt weten, iets waar je nieuwsgierig naar bent.

2. Om een antwoord te vinden ga je dan gegevens verzamelen, bijvoorbeeld door zelf **experimenten** uit te voeren.

3. In die gegevens zoek je **regelmaat**: dat kan door ze te ordenen naar zelf gekozen of aangereikte gezichtspunten.

4. Daaruit trek je een conclusie, je formuleert een definitie, je leert een concept of je stelt een **theorie** op. En dat is dan dikwijls weer een nieuwe context.

5. In een nieuwe context kun je definities, concepten en theorieën toepassen en testen. Dat is meteen een **herhaling** en activering van de opgedane kennis.

De opdrachten zijn gegroepeerd in practica. In vrijwel elk practicum moet je experimenteel praktisch werk verrichten, vandaar de naam.

Een aantal practica vormt samen een module.

Werkwijze

In de klas bedenk je samen met drie of twee groepsgenoten antwoorden op de vragen bij de opdrachten. Zo krijg je kans om zelf tegen problemen aan te lopen, en die ook zelf op te lossen. Je begeleider geeft zo nodig commentaar op de antwoorden, meteen in de les of achteraf op papier.

De individuele verwerking vindt plaats via huiswerkopdrachten (in de A-practica). Die maak je digitaal of papier, je kunt zelf het resultaat met behulp van voorbeeldantwoorden controleren.

Samenvattingen

Je leert ook scheikunde door individueel samenvattingen te maken. Daarmee verwerf je bovendien een vaardigheid die niet alleen bij het schoolvak scheikunde van pas komt. Bij veel toetsen mag je de door jou zelf gemaakte samenvattingen gebruiken.

Van je begeleider hoor je aan welke minimumeisen de samenvattingen moeten voldoen, maar verder mag je die naar eigen inzicht inrichten. Ze worden dan ook niet klassikaal besproken. Jouw samenvattingen zijn wel het uitgangspunt als je met je begeleider jouw vorderingen bij het vak scheikunde wilt bespreken.

Om snel overzicht te kunnen krijgen vind je in dit boekje leerdoelen per module. Aan de achtergrondkleuren kun je zien welke stappen van wetenschappelijk onderzoek aan de orde zijn.

Toetsen

Ook de resultaten van toetsen kunnen aanleiding zijn om met je begeleider te overleggen. Als je in de les goed meewerkt en je huiswerk (A-practica, samenvattingen: maximaal een half uur per les) in orde is zul je in de onderbouw bijna zeker een voldoende scoren.

Het hangt van de beantwoording van inzichtvragen af of je in de bovenbouw een N-profiel met het vak scheikunde mag of kunt kiezen.

Vraag aan je begeleider waar je voorbeeldtoetsen kunt vinden.

Als je die gemaakt hebt kun je aan de hand van een toetsanalyse-instrument nagaan wat jouw zwakke plekken zijn. Soms is daar iets aan te doen, maar niet iedereen kan in de uren die ervoor staan even goed en evenveel scheikunde leren.

Leerdoelen module I Inleiding tot Chemie

Als je een (hoeveelheid van een) stof verwarmt kunnen er verschillende dingen gebeuren: de temperatuur stijgt, de (vaste) stof smelt (waarbij de temperatuur gelijk blijft: smeltpunt), de (vloeistof) kookt (waarbij de temperatuur gelijk blijft: kookpunt), de stof zet uit (bij gassen is dat effect groter dan bij vaste stoffen en vloeistoffen), de druk (van gasvormige stoffen) wordt groter.

Bij afkoeling zijn de effecten omgekeerd: temperatuurdaling, condensatie, stolling, inkrimping/volumeverkleining, drukverkleining. Ook bij temperaturen lager dan het kookpunt kan een stof verdampen. Een voorbeeld daarvan is water. Hoewel vloeibaar water en waterdamp (en ook ijs) er heel verschillend uitzien spreken we toch van dezelfde stof (water) omdat ze op dezelfde manier op een indicator reageren. Dat hebben natuurwetenschappers ook zo afgesproken voor andere stoffen: bij smelten, verdampen, condenseren en stollen blijf je met dezelfde stof te maken hebben. Behalve met indicatoren kun je stoffen ook herkennen aan hun smelt- en kookpunten.

In deze module worden effecten van temperatuurverandering nader bestudeerd.

Als je een vaste stof in water doet lost die soms wel en soms niet op. Bij hogere temperatuur gaat het oplossen sneller én er lost meer op. Als je een gas afkoelt wordt het volume kleiner.

Extrapolatie naar volume “nul” levert bij extrapolatie voor alle gassen een temperatuur op van -273 °C .

Die temperatuur noemen natuurwetenschappers het absolute nulpunt (van temperatuur).

Om te kunnen verklaren dát er een laagste temperatuur bestaat hebben natuurwetenschappers een model bedacht. Ze stellen stoffen voor met deeltjes (meestal bolletjes) die sneller bewegen naarmate de temperatuur hoger is.

Bij het absolute nulpunt staan de deeltjes stil.

Verschillen tussen de vaste vorm, vloeibare vorm en gasvorm (en ook opgeloste vorm) van één stof worden in dit model verklaard met een verschillende ordening van dezelfde deeltjes.

Als we het over stoffen in het echt hebben spreken we van macroniveau; als we het hebben over het (deeltjes)model noemen we het microniveau.

Wat je moet k nnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum. Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet k nnen.

- smelt- en kookpunten en dichtheden uit een tabel aflezen
- met een waterindicator en met een alcoholindicator werken
- met een brander werken
- vorm/fase/aggregatietoestand met letters s, l, g en aq aanduiden
- vast, vloeibaar, gas en opgelost op microniveau voorstellen
- extrapoleren
- absolute temperatuur omrekenen naar "gewone" temperatuur en omgekeerd
- gekleurde gassen noemen
- werken met indicatoren voor ammoniakgas, koolzuurgas en zoutzuurgas
- opstelling met omgekeerde maatcilinder vol water bouwen
- met prikfles en injectiespuit werken

Leerdoelen module C

Chemie? Een kwestie van gezichtspunt

In deze module wordt kennis over gassen, kookpunten en condenseren herhaald en uitgebreid.

Daarna ga je onderzoeken wat er zoal gebeurt als je stoffen samenvoegt of verwarmt.

Als je verschillende soorten gas bij elkaar spuit gebeurt er soms iets wat je niet zo maar zou verwachten.

Ook als je porties van stoffen in vaste vorm (poeder, korreltjes of brokjes) samenwrijft vindt er soms een onverwachte gebeurtenis plaats.

Vanuit het gezichtspunt “verwacht/onverwacht” kun je deze en ook andere gebeurtenissen ordenen; daarbij maak je kennis met een flink aantal verschillende stoffen.

Het gezichtspunt “verwacht/onverwacht” is overigens maar beperkt houdbaar want als je een gebeurtenis eenmaal hebt laten plaatsvinden is het resultaat de tweede keer niet meer onverwacht.

Chemici kiezen bij het ordenen als gezichtspunt: krijg je wel of niet een nieuwe stof? Ze hanteren daarbij een chemisch stofbegrip (waarbij een stof in gasvorm, in vloeibare vorm, in vaste vorm of in opgeloste vorm kan voorkomen).

Chemici spreken van een chemische reactie als bij een gebeurtenis ten gevolge van een actie (een of meer) stoffen verdwijnen en (een of meer) nieuwe stoffen ontstaan.

Zo'n reactie kun je kort weergeven in een reactieschema waarin de namen van de verdwijnende stof(fen) vóór en van de ontstane stof(fen) ná een pijl worden vermeld: $A + B \rightarrow C + D$

Wat je moet kénnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum.

Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet kúnnen.

- smelt- en kookpunten uit een tabel aflezen
- aan de hand van smelt- en kookpunt de vorm (vast, vloeibaar, gasvormig) van een stof bepalen bij een bepaalde temperatuur
- met een injectiespuit werken

- met een stamper en een mortier werken
- gegevens ordenen vanuit een bepaald gezichtspunt
- veiligheidsmaatregelen nemen bij practica
- met een brander werken
- (vormen van) een stof op microniveau weergeven
- uitmaken of een bepaalde gebeurtenis wel of niet een chemische reactie is
- een reactieschema opstellen

Leerdoelen module S

Symbolen en formules

In deze module wordt kennis over chemische reacties herhaald en uitgebreid.

De vraag is of je kunt voorspellen welke stoffen er bij chemische reacties ontstaan. Het zou bijvoorbeeld handig zijn als je zou weten welke stoffen je moet laten verdwijnen om goud te maken!

Om regelmaat te kunnen vinden laten we eerst een flink aantal reacties plaatsvinden, onder andere met water en zuurstof.

Je kunt stoffen en reacties vanuit verschillende gezichtspunten ordenen. Een chemisch vruchtbare indeling van reacties is die waarbij je let op het aantal stoffen dat bij een reactie verdwijnt en ontstaat:

- één (stof) → meer (stoffen) (= ontledingsreactie)
- meer (stoffen) → één (stof)
- meer (stoffen) → meer (stoffen)

Sommige stoffen, bijvoorbeeld goud en zuurstof, verdwijnen nooit bij een één→meer-reactie en ontstaan (dan ook) nooit bij een meer→één-reactie. Zulke stoffen noemen we enkelvoudige stoffen (= niet-ontleedbare stoffen).

Alle andere stoffen, zoals water, zijn samengestelde stoffen (= verbindingen).

Als je aan elke enkelvoudige stof een element(symbool) toekent kun je, onder aanname van kwalitatief elementbehoud, voorspellingen doen over het wel of niet (kunnen) ontstaan van bepaalde stoffen bij reacties. Met deze elemententheorie kun je stoffen voorstellen met (komma)formules.

In de formule van een enkelvoudige stof komt dan één elementsymbool (bijvoorbeeld goud: Au) en in de formule van een samengestelde stof komen meer elementsymbolen voor (bijvoorbeeld water: H₂O).

Op microniveau worden enkelvoudige stoffen voorgesteld met één soort atomen en samengestelde stoffen met combinaties van verschillende soorten atomen.

Wat je moet k nnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum. Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet k nnen.

- met een druppelpipet werken
- dichtheidsberekeningen uitvoeren
- met een brander werken
- filtreren met een zelf gevouwen filter
- kalkwater als indicator gebruiken
- met een kroezentang werken
- een elektrische schakeling kunnen maken
- een gloeiende houtspaander als indicator gebruiken
- reacties onderscheiden aan de hand van het aantal stoffen dat verdwijnt en ontstaat
- formules aan stoffen toekennen
- elemententheorie toepassen
- enkelvoudige en samengestelde stoffen onderscheiden aan de hand van formules
- reactieschema's opstellen met formules
- broom- of joodwater als indicator gebruiken
- enkelvoudige en samengestelde stoffen voorstellen met (combinaties van) atomen

Leerdoelen module K

Kwantitatief

In deze module komen kwantitatieve aspecten van chemische reacties aan de orde.

De vraag is of je kunt voorspellen hoeveel van welke stoffen er bij chemische reacties verdwijnen en ontstaan.

Om regelmaat te kunnen vinden onderzoeken we een aantal reacties kwantitatief. Omdat volumes van reagerende stoffen afhangen van temperatuur en druk letten we hier vooral op de massa. Om de hoeveelheid van een stof in een mengsel te bepalen moeten soms scheidingstechnieken toegepast worden.

Door generalisatie van de resultaten van het onderzoek komen we tot de voor alle reacties geldende regelmatigheden:

- (wet van) massabehoud
- vaste massaverhouding waarin stoffen bij reacties betrokken zijn (wet van Proust).

Op macroniveau kun je deze regelmatigheden verklaren als je aanneemt dat bij reacties elementen niet alleen kwalitatief maar ook kwantitatief behouden blijven.

Door bij elementen atomen te bedenken kun je deze regelmatigheden ook op microniveau verklaren.

Dat leidt tot de vraag of en hoe de kwantitatieve eigenschappen in formules verwerkt kunnen worden.

Wat je moet k nnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum.

Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet k nnen.

- rekenen met volume-%
- rekenen met dichtheid
- wegen
- wet van massabehoud toepassen
- rekenen met massaverhoudingen
- massaverhoudingen op microniveau verklaren
- scheidingstechnieken kunnen toepassen

Leerdoelen module E

Elementaire chemie

In deze module pas je toe wat je in voorgaande modules geleerd hebt, bijvoorbeeld bij elementenanalyse.

Maar ook komen enkele nieuwe natuurwetenschappelijke contexten én concepten aan de orde waarover je iets moet weten, ook als je géén N-profiel kiest.

Zo experimenteer je met de oplosbaarheid van stoffen in water. Kennis daarover maakt beargumenteerde reflectie mogelijk op het broeikaseffect. In die context leer je ook meer over verschillende soorten straling en hoe die op microniveau verklaard kan worden. Voor degenen die wél een N-profiel kiezen is het van belang om te weten hoe je met een bepaalde mate van nauwkeurigheid volumes kunt meten.

Vaste stoffen blijken bij hogere temperatuur beter op te lossen en gasvormige stoffen juist minder goed.

Daaruit kun je concluderen dat het broeikaseffect versterkt wordt door het ontsnappen van koolzuurgas uit oceanen als de temperatuur stijgt.

De koolzuurgasconcentratie in de atmosfeer neemt overigens vooral toe door het verbranden van fossiele brandstoffen. Omdat die allemaal stoffen met element C bevatten ontstaat er bij verbranding koolzuurgas CO_2 .

Net als andere broeikasgassen houdt koolzuurgas infrarode straling tegen die door een warm aardoppervlak wordt uitgestraald.

Onderin de atmosfeer wordt het dus warmer; het klimaat verandert.

Straling afkomstig van radioactieve stoffen is gevaarlijk, omdat die cellen van organismen aantast. Alleen stoffen met bepaalde elementen zijn radioactief.

Dat sommige stoffen wel en andere niet radioactief zijn wordt op microniveau verklaard door atomen voor te stellen met positief geladen kernen waaromheen zich negatief geladen elektronen bevinden.

Afhankelijk van het aantal deeltjes in zo'n atoomkern is (een stof met) het betreffende element dan wel of niet radioactief.

Op macroniveau kun je deze regelmatigigheden verklaren als je aanneemt dat bij reacties elementen niet alleen kwalitatief maar ook kwantitatief behouden blijven. Door bij elementen atomen te bedenken kun je deze regelmatigigheden ook op microniveau verklaren.

Als je bij een reactie van de gasvormige stoffen het volume meet merk je dat die volumes zich verhouden als eenvoudige gehele getallen. Deze regelmaat wordt de wet van Gay Lussac genoemd omdat die deze regelmaat voor het eerst (zo) geformuleerd heeft.

Deze kwantitatieve regelmaat kan in formules van stoffen verwerkt worden.

Wat je moet k nnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum.

Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet k nnen.

- uitleggen hoe het broeikaseffect ontstaat
- verschillende soorten straling kunnen noemen
- aan de hand van een elementenanalyse formules aan stoffen toekennen
- een vlamtest uitvoeren
- verschillen tussen atomen kunnen noemen
- werken met maatcilinder en buret (vwo ook: maatkolf, maatpipet, volumepipet)
- met significante cijfers de nauwkeurigheid van een meetresultaat aangeven
- rekenen met dichtheden

Leerdoelen module F (bovenbouwmodule 4) Kwantitatieve eigenschappen in FORMULES

In deze module gebruik je, vanuit de context “broeikaseffect”, concepten uit voorgaande modulen, zoals de wet van Gay Lussac en (de wet van) kwantitatief elementbehoud bij reacties.

De daaruit voortvloeiende vraag is hoe chemici aan formules komen waarin kwantitatieve eigenschappen van stoffen bij reacties zijn verwerkt.

Om antwoord te kunnen geven op die vraag bestuderen we nog meer experimenten met stoffen in gasvorm. Dan blijkt bijvoorbeeld dat uit 1,0 liter chloorgas en 1,0 liter waterstofgas precies 2,0 liter waterstofchloridegas ontstaat en uit 2,0 liter waterstof en 1,0 liter zuurstof precies 2,0 liter waterdamp.

Steeds blijken de volumes van de reagerende stoffen in gasvorm zich te verhouden als eenvoudige gehele getallen.

Daaruit kun je op macroniveau conclusies trekken over de hoeveelheid van een element per liter van een stof.

Zo bevat waterstofchloridegas per liter een half maal zoveel element Cl als chloorgas en ook een half maal zoveel element H als waterstofgas. Op grond hiervan hebben chemici aan waterstofchloride, chloor en waterstof de formules H_1Cl_1 , Cl_2 en H_2 toegekend; en aan water en zuurstof de formules H_2O_1 en O_2 .

Op microniveau kunnen de indices in deze chemische formules geïnterpreteerd worden als het aantal atomen in een molecuul van de betreffende stof.

Aan de hand van de litermassa's van gasvormige stoffen kan de hoeveelheid element per liter van een stof in gram worden uitgedrukt. Zo is de hoeveelheid element H in een liter waterstof (dat is het lichtste gas dat bestaat) gelijk aan 0,08 g.

Omdat de hoeveelheid element H in een liter waterstofchloride H_1Cl_1 de helft is van die in een liter waterstof H_2 is 0,04 g H de kleinste hoeveelheid van een element per liter.

Scheikundigen rekenen liever met 1,0 g, dat is dus de hoeveelheid element H in 25 liter waterstofchloridegas. Dié hoeveelheid van 25 liter gas noemen scheikundigen 1 mol. (In BINAS-tabel 7 staat dit molair volume V_m met meer significante cijfers en ook bij andere omstandigheden vermeld.)

Op dezelfde manier kun je bijvoorbeeld voor element O de elementmassa 16 berekenen.

Op microniveau spreken we van atoommassa's. In TUE-tabel 7 en in de BINAS-tabellen 40 en 99 vind je de atoommassa/elementmassa van andere elementen.

Aan de hand van de formule kun je met behulp van de atoommassa's de massa van 1,0 mol van een stof berekenen. Zo is de molaire massa van water H_2O gelijk aan $2 \times 1,0 + 1 \times 16,0 = 18 \text{ g}$.

Wat je moet k nnen na deze module kun je terugvinden aan de hand van de trefwoorden aan het eind van elk practicum.

Hieronder staat een lijstje van dingen die je moet k nnen.

- gegevens uit bronnen halen
- contexten en (chemische) concepten onderscheiden
- een hypothese verifiëren of falsifiëren
- zetmeel/stijfsel als indicator voor jodium gebruiken
- massaverhouding omrekenen naar volumeverhouding en omgekeerd
- met een injectiespuit volumes afpassen
- een chemische formule toekennen op basis van volumes bij reacties
- bruinsteen als katalysator gebruiken
- molaire massa van een stof berekenen uit formule en atoommassa's