

5 Reacties van zouten

Inhoud

- 5.1 Neerslagreacties
Experimenten:
 - 5.1 Samenvoegen van zoutoplossingen
 - 5.2 Het vormen van een neerslag
 - 5.3 Ionen in zeewater
 - 5.4 Aantonen van calcium- en sulfaationen

- ⊕ 5.2 Neerslagreacties toegepast
Experimenten:
 - 5.5 Ionen verwijderen
 - 5.6 Zouten maken
 - 5.7 Welk zout is het (1)?
 - 5.8 Welk zout is het (2)?
 - 5.9 Vlamkleuring
 - 5.10 Dopingschandaal

- 5.3 Rekenen aan reacties
Experiment:
 - 5.11 Koper uit koperoxide

Afsluiting

Overzicht begrippen

Pigmenten

Voor het verven van deze stoffen in een textielfabriek in Pakistan zijn pigmenten gebruikt. Vaak zijn deze pigmenten zouten die mooie kleuren geven. De kleuren worden veroorzaakt door de aanwezigheid van metaalionen in het pigment.

5

Neerslag

Onder neerslag versta je in het dagelijks leven regen of sneeuw. In de scheikunde is het een stof die niet oplost in het reactiemengsel en dus bezinkt. Op deze manier kun je bijvoorbeeld verfstoffen maken zoals porfyrienen, opgebouwd uit metaal- en niet-metaalionen. In de natuur komen deze verfstoffen ook voor, de kleuren van de veren van de Turaco uit Nieuw-Guinea ontstaan door porfyrienen.



Je leert

- wat een neerslagreactie is;
- wat een dynamisch evenwicht is.

5.1 Neerslagreacties

- Experiment 5.1
- Experiment 5.2



5.1 Neerslag van lood(II)jodide

	NO ₃ ⁻	I ⁻
Pb ²⁺	g	s
K ⁺	g	g

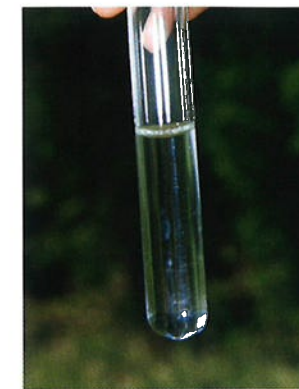
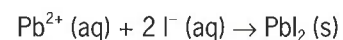
5.2 De combinaties van ionen

Neerslagreacties

In paragraaf 4.2 heb je al geleerd dat je in Binas tabel 45A kunt zien of een zout goed, slecht of matig oplosbaar is. Je vindt daar voor elke combinatie van ionen met een g, een s of een m aangegeven wat de oplosbaarheid is. De letter s bij een combinatie van ionen betekent ook dat als die twee soorten ionen in oplossing bij elkaar komen er een vaste stof ontstaat. Zo kun je in de tabel zien dat als je oplossingen met calcium- en carbonaationen mengt de vaste stof CaCO₃ ontstaat. Een neerslag ontstaat wanneer samengevoegde ionsoorten een slecht oplosbaar zout vormen.

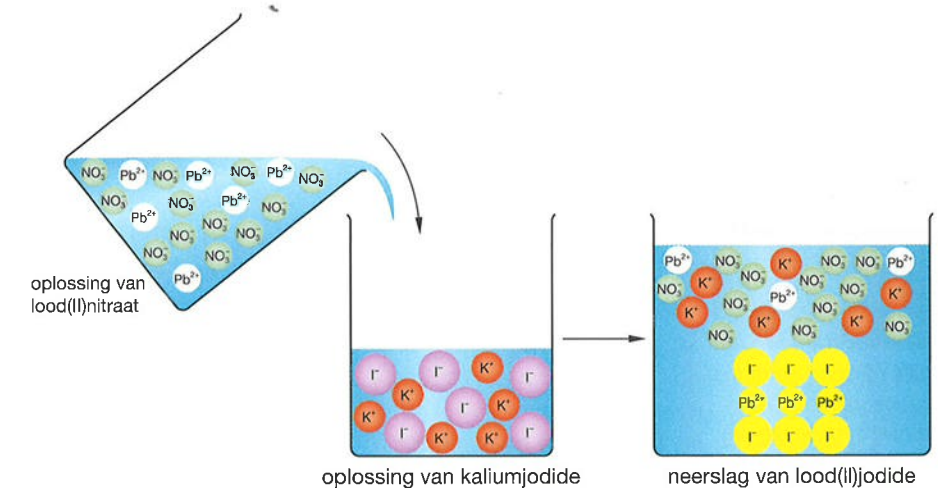
Een toepassing van de oplosbaarheidstabel zie je in experiment 5.1. In dit experiment worden twee zoutoplossingen samengevoegd. De twee oplossingen bevatten de ionen Pb²⁺, NO₃⁻, K⁺ en I⁻ en zijn beide kleurloos. Als je de oplossingen bij elkaar schenkt, ontstaat er een gele, vaste stof (figuur 5.1). De gevormde vaste stof noem je een **neerslag**. De reactie die plaatsvindt heet dan ook een **neerslagreactie**. Om te weten welke reactie er is verlopen, maak je een klein oplosbaarheidstabeltje van de ionen. In Binas tabel 45A zoek je op welke letters je bij de vier combinaties van ionen zet.

Je ziet dat bij één van de vier combinaties de letter s staat, namelijk die van Pb²⁺-ionen en I⁻-ionen, zie tabel 5.2. Dit betekent dat deze twee ionsoorten niet naast elkaar in één oplossing kunnen voorkomen. Ze zullen dus met elkaar reageren, zoals in figuur 5.3 in een modeltekening is weergegeven. De vergelijking van de reactie tussen de ionen heet een **neerslagvergelijking**. De vergelijking voor de hier besproken neerslagreactie is:



5.4 Als een oplossing van magnesiumsulfaat en een oplossing van natriumnitraat worden samengevoegd, ontstaat er geen neerslag.

Bij de K⁺-ionen en NO₃⁻-ionen staat steeds de letter g. Dat betekent dat deze twee ionsoorten ongehinderd in de oplossing kunnen blijven. Er gebeurt dus niets mee, vandaar dat ze ook niet in de reactievergelijking voorkomen.



5.3 Modelvoorstelling van de vorming van een neerslag van lood(II)jodide

	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
Mg ²⁺	g	g
Na ⁺	g	g

5.5 De combinaties van ionen bij figuur 5.4. Alle combinaties zijn goed oplosbaar.

Ook oplossingen van magnesiumsulfaat en van natriumnitraat zijn beide helder en kleurloos. Bij het samenvoegen van de twee oplossingen is er geen verandering waarneembaar (figuur 5.4). Dit is in overeenstemming met de gegevens uit het oplosbaarheidstabeltje 5.5. Bij alle vier de combinaties van ionen staat de letter g. Er zal dus geen neerslagreactie optreden. Een voorbeeld van het gebruik van zouten waarbij geen neerslagreactie mag optreden is in een aquarium, zie figuur 5.6. Zowel in het voedsel van de vissen als in de producten om het water helder te houden zitten zouten. Een neerslagreactie is dan een ongewenste reactie. Zo wil je bijvoorbeeld geen ijzer(III)ionen en hydroxide-ionen in je aquarium hebben, omdat deze dan ijzer(III)hydroxide vormen, zie voorbeeld 1.

Experiment 5.3



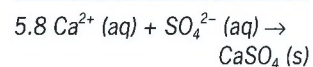
5.6 Aquarium met opgeloste zouten, er ontstaat geen ongewenste neerslagreactie.



5.7 IJzer(III)hydroxide wordt wel geel ijzeroxide genoemd en wordt gebruikt in tatoeage-inkt.

● Experiment 5.4

	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Ca ²⁺	g	m
Na ⁺	g	g



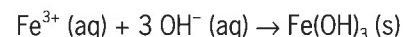
Voorbeeld 1

Je voegt een oplossing van ijzer(III)nitraat bij een oplossing van natriumhydroxide. Er ontstaat een bruin neerslag. Geef de vergelijking van de neerslagreactie.

In de oplossing zitten Fe³⁺, NO₃⁻, Na⁺ en OH⁻-ionen.

	OH ⁻	NO ₃ ⁻
Fe ³⁺	s	g
Na ⁺	g	g

De ionen die een neerslag vormen zijn: Fe³⁺ en OH⁻. De neerslagreactie is:



Dynamisch evenwicht

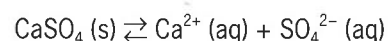
Bij neerslagreacties verdwijnen er dus ionen uit de oplossing, maar verdwijnen alle ionen of blijven er toch nog ionen van het neergeslagen zout in de oplossing achter? Als je experiment 5.4 hebt uitgevoerd, dan heb je gezien dat bij het samenvoegen van een oplossing van calciumnitraat en een oplossing van natriumsulfaat een neerslag ontstaat. Je kunt uit Binas tabel 45A en tabel 5.8 hier links aflezen dat het gaat om calciumsulfaat.

Als je de suspensie filtreert en je verdeelt het filtraat over twee schone reageerbuizen, dan kun je onderzoeken of er nog calcium- en sulfaationen aanwezig zijn. De conclusie bij dit experiment is dat er zowel calcium- als sulfaationen in de oplossing aanwezig blijven. Blijkbaar heeft maar een deel van de ionen met elkaar gereageerd om een neerslag van calciumsulfaat te vormen. Voor slecht en matig oplosbare zouten geldt dat er altijd nog ionen in de oplossing achterblijven. Na bezinken gaan er per tijdseenheid evenveel ionen vanuit het neergeslagen zout de oplossing in als er ionen vanuit de oplossing neerslaan. De concentratie van de ionen in de oplossing blijft constant.

In hoofdstuk 3 heb je al gezien dat een dynamisch evenwicht ontstaat als de stof jood zich verdeelt over de oplosmiddelen water en wasbenzine.

Bij slecht en matig oplosbare zouten stelt zich ook een dynamisch evenwicht in. Omdat het hier om twee omkeerbare reacties gaat, noem je het een **chemisch evenwicht**. Bij het evenwicht van de zouten bevinden de stoffen die deelnemen aan het evenwicht zich niet allemaal in dezelfde toestand, je noemt dit een **heterogeen evenwicht**. Bevinden alle stoffen zich wel in dezelfde toestand, bijvoorbeeld allemaal opgelost in water, dan spreek je van een **homogeen evenwicht**. Een chemisch evenwicht is dus een voorbeeld van een dynamisch evenwicht.

De reactievergelijking voor het chemisch evenwicht in experiment 5.3 geef je als volgt weer:



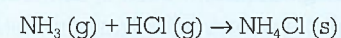
Omdat de reactie zowel naar rechts als naar links tegelijkertijd verloopt, schrijf je een dubbele pijl. Deze situatie geldt voor elke verzadigde oplossing, wanneer ook vast zout aanwezig is. We houden voorlopig bij neerslagreacties geen rekening met evenwichten, tenzij dit expliciet vermeld staat.

Drop

In Nederland wordt heel veel drop gegeten. Nederland is daarin een uitzondering, er zijn maar weinig landen waar drop wordt gezien als een lekker snoepje.

Het belangrijkste bestandsdeel van drop is blokdrops, dat wordt gemaakt van het wortelsap van de zoethoutplant. In dat wortelsap zit de stof glycyrrhizinezuur, een zoetstof die dertig tot vijftig keer sterker is dan suiker en een belangrijk aandeel in de dropsmaak heeft. Een nadeel van glycyrrhizinezuur is dat het de bloeddruk verhoogt. Dit komt doordat het zuur ervoor zorgt dat de nieren meer natriumzouten vasthouden. De hoeveelheid natriumionen in je lichaam wordt daardoor hoger, wat een hogere bloeddruk tot gevolg heeft.

Een ander belangrijk bestanddeel van drop is de stof salmiak. Salmiak is de triviale naam voor het zout ammoniumchloride, NH₄Cl. Als je salmiak wilt maken, kun je gebruikmaken van de volgende reactie:



5.9a Als de damp van zoutzuur en ammoniak met elkaar in aanraking komt, ontstaat er salmiak.

Het bijzondere aan deze reactie is dat de beginstoffen ammoniak en waterstofchloride corrosief en giftig zijn. Het zijn beide gasvormige stoffen waar je voorzichtig mee om moet gaan. Het product is een smakelijk zout en het zorgt voor de zoute smaak aan drop (figuur 5.9a).

Naast zoethoutsap en salmiak is er een emulgator nodig. In goede drop is de emulgator Arabische gom, deze gom zorgt ook voor de elastische eigenschappen van drop. Arabische gom wordt gewonnen uit vocht van de stammen en takken van de boom *Acacia Senegal*. Deze boom groeit in de Sahelstreek in Afrika. Op bepaalde momenten in het seizoen die niet te voorspellen zijn gaat de boom bloeden. De schors barst dan open en op de boom verschijnen dikke bollen gom, zie figuur 5.9b. De bollen worden geoogst en gebruikt bij de dropproductie. Ook voor de productie van coca-cola is Arabische gom een onmisbaar ingrediënt.



5.9b Arabische gomballen op de stam van de boom

● Opdracht C9

Samenvatting

- Binas tabel 45A geeft informatie over de oplosbaarheid van zouten in water.
- Een neerslagreactie is een reactie tussen ionen die niet naast elkaar in een oplossing kunnen voorkomen. De gevormde vaste stof is het neerslag.
- De vergelijking die de reactie tussen de ionen weergeeft, noem je een neerslagvergelijking. In deze vergelijking staan alleen de ionen die de vaste stof vormen.
- Bij een neerslagreactie blijven er altijd nog ionen in de oplossing. Er ontstaat een chemisch evenwicht. De concentraties van de ionen zijn constant. Een evenwicht wordt in een vergelijking weergegeven met een dubbele pijl.

Opdrachten

A 1

Wat wordt verstaan onder een chemisch evenwicht?

B 2

Je maakt een oplossing van natriumsulfaat en een oplossing van lood(II)nitraat.

a Geef de vergelijkingen voor het oplossen van deze twee zouten.

De twee zoutoplossingen worden samengevoegd. Hierbij ontstaat een neerslag.

b Geef een uitleg op microniveau waarom er een neerslag ontstaat.

c Geef de vergelijking van de neerslagreactie.

De suspensie wordt vervolgens gefiltreerd.

d Welke ionen bevinden zich in elk geval in het filtraat?

Na filtreren van het neerslag damp je het filtraat in.

e Welk zout zal in ieder geval na indampen van het filtraat overblijven? Geef de vergelijking van dit indampproces.

B 3

Je maakt een oplossing van ijzer(III)nitraat. De oplossing heeft een gele kleur.

a Geef de vergelijking voor het oplossen van dit zout.

b Is het ontstaan van deze kleur een proces op micro- of op macroniveau?

Een ion heeft geen kleur. Toch zorgt de aanwezigheid van bepaalde ionen wel voor een bepaalde kleur.

c Welk ion zorgt voor de gele kleur? Gebruik Binas tabel 65B.

Vervolgens maak je een oplossing van natriumfluoride. De oplossing is kleurloos.

d Geef de vergelijking voor het oplossen van dit zout.

De oplossingen worden samengevoegd. Er ontstaat een neerslag. Tijdens het bezinken ontstaat er een gele oplossing boven het neerslag.

e Geef de vergelijking van de neerslagreactie.

Als je dit filtreert en je voegt aan het filtraat een oplossing van natriumfosfaat toe, ontstaat er een neerslag.

f Leg uit met behulp van het chemisch evenwicht waarom er een neerslag ontstaat.

B 4

Sjaak voegt wat magnesiumcarbonaat en water samen in een reageerbuis. Er ontstaat een suspensie. Vervolgens filtreert hij. Het filtraat verdeelt hij over twee schone reageerbuizen. Aan de ene voegt hij een oplossing van natriumhydroxide toe, aan de andere een oplossing van calciumnitraat. In beide reageerbuizen ontstaat een neerslag.

a Geef voor de beide reageerbuizen aan welke neerslagreactie optreedt.

b Leg uit welke deeltjes in het begin in de suspensie aanwezig waren.

B 5

Een oplossing van bariumhydroxide en een oplossing van aluminiumsulfaat worden samengevoegd. Er ontstaat een wit neerslag. Geef de neerslagreacties.

B 6

Alies doet een schepje calciumcarbonaat in water en ziet dat het niet oplost. Rick zegt: 'Er ontstaat een neerslag.' Leg uit of Ricks opmerking juist is.

B 7

Geef voor elk van de volgende processen de vergelijking van de reactie die daarbij optreedt.

a Aan kaliumoxide wordt water toegevoegd.

b Je bereidt de vaste verfstof chromaatgeel door oplossingen van lood(II)nitraat en kaliumchromaat samen te voegen. Zie Binas tabel 66B.

C 8

In één oplossing bevinden zich de volgende ionen: Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} en Ca^{2+} . Aan deze oplossing wordt een overmaat van een NaBr-oplossing toegevoegd, waardoor neerslag A ontstaat. Na filtreren wordt aan het filtraat een Na_2S -oplossing toegevoegd, waardoor neerslag B ontstaat. Ook dit neerslag wordt gefiltreerd, waarna aan het filtraat een Na_2CO_3 -oplossing wordt toegevoegd. Hierbij ontstaat neerslag C.

Leg met neerslagvergelijkingen uit wat de samenstelling is van de neerslagen A, B en C.

C 9

Lees de tekst in het kader 'Drop' en beantwoord de volgende vragen. Slecht oplosbare zouten kun je maken door een neerslagreactie. Als je vervolgens filtreert blijft het zout over. Het maken van goed oplosbare zouten is lastiger.

- a Waarom is het lastig om een goed oplosbaar zout te maken bij het samenvoegen van zoutoplossingen?
- b Welke bindingen zijn er in waterstofchloridemoleculen aanwezig?

Ammoniumchloride is een zout. In ammoniumchloride zijn dus ionbindingen aanwezig.

- c Waarom is het vreemd dat ammoniumchloride een zout is? Waar bestaat een zout meestal uit?
- d Geef het oplossen van ammoniumchloride weer in een oplosvergelijking.

De oplosbaarheid van ammoniumchloride kun je vinden in Binas tabel 45B.

- e Bereken hoeveel mol ammoniumchloride je kunt oplossen in 150 mL water. Ga ervan uit dat de dichtheid van water gelijk is aan $1,0 \text{ kg L}^{-1}$.

C 10

Van Vincent van Gogh is bekend dat hij vaak oudere werken overschilderde. Er is een nieuwe techniek ontwikkeld waarmee je deze verstopte werken zichtbaar kunt maken. Met röntgenstraling van verschillende golflengte bestralen onderzoekers een schilderij en ze meten de fluorescentie van de verfpigmenten, zie figuur 5.10. Verfpigmenten zijn zouten met mooie kenmerkende kleuren, die in de schilderkunst worden gebruikt. Vooral de stof titaan(IV)oxide wordt veel gebruikt. Deze stof heeft een witte kleur. Voor de kleuren rood, oranje en geel worden veel cadmiumverbindingen gebruikt. Cadmiumselenide is een rood pigment en cadmiumsulfide geeft een gele kleur aan de verf.

- a Geef de formules van de drie hierboven genoemde zouten. Gebruik eventueel Binas tabel 40A voor de lading van de ionen.

Omdat cadmiumverbindingen giftig zijn, werd er gezocht naar alternatieven. Door Van Gogh werden pigmenten gebruikt als loodantimonaat, $\text{Pb}(\text{SbO}_3)_2$ of $\text{Pb}(\text{SbO}_4)_2$, een mooi geel pigment en het rode kwik(II)sulfide. Kwik(II)sulfide kun je maken door middel van een neerslagreactie van twee zoutoplossingen.

- b Welke twee ionen moeten in ieder geval in deze zoutoplossingen aanwezig zijn?

Je kunt nu

- het neerslaan van een zout in een neerslagreactie weergeven;
- bepalen welke ionen een neerslag vormen bij het samenvoegen van zoutoplossingen;
- uitleggen wat een chemisch evenwicht is.

Naast deze twee ionen wordt vaak gekozen voor natrium- en nitraationen. Je gebruikt dan een oplossing van een natriumzout en een oplossing van een nitraatzout.

c Waarom wordt vaak voor juist deze zouten gekozen?



5.10 Portret onder het schilderij 'Grasgrond' van Vincent van Gogh

Experimenten

5.1 Samenvoegen van zoutoplossingen

Je onderzoekt wat er gebeurt als je oplossingen van zouten samenvoegt.

5.2 Het vormen van een neerslag

Je onderzoekt welke ionsoorten samen een neerslag vormen.

5.3 Ionen in zeewater

Je onderzoekt in dit experiment welke ionen voorkomen in zeewater.

5.4 Aantonen van calcium- en sulfaationen

Verdwijnen alle ionen van het neergeslagen zout uit de oplossing bij een neerslagreactie?

- Volledige instructie Chemie Overal online

Rioolwaterzuivering

Bij een rioolwaterzuivering worden ionen verwijderd die niet in het milieu mogen. Een van deze ongewenste ionen is het fosfaat. Door de toenemende schaarste aan fosfaaterts is er de laatste tijd veel aandacht voor dit ion. Het fosfaat wordt in een rioolwaterzuivering neergeslagen als het zout struviet en kan weer worden gebruikt in meststoffen.



Je leert

- ionsoorten uit een oplossing verwijderen;
- een zout maken;
- ionsoorten in een oplossing aantonen.

+ 5.2 Neerslagreacties toegepast

Experiment 5.5



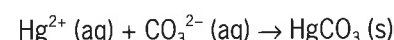
5.11 Struviet

Het verwijderen van ionen uit een oplossing

De neerslagreacties die je in de vorige paragraaf hebt leren kennen kun je gebruiken om fosfaationen te verwijderen uit een oplossing zodat je fosfaten kunt hergebruiken. In deze paragraaf leer je drie belangrijke toepassingen van neerslagreacties kennen:

- een ionsoort verwijderen uit een oplossing;
- een zout maken;
- een ionsoort aantonen in een oplossing.

Er zijn chemische fabrieken waarin kwikverbindingen worden gebruikt. Hierdoor bevat het afvalwater van deze fabrieken kwik(II)zouten in niet te verwaarlozen concentraties. Kwikverbindingen zijn erg schadelijk voor de gezondheid. Kwik behoort tot de zware metalen en zo'n fabriek krijgt geen vergunning om haar afvalwater op het oppervlaktewater te lozen. Eerst moeten de Hg^{2+} -ionen worden verwijderd. Dit kan bijvoorbeeld door de kwik(II)ionen neer te slaan met een geschikte negatieve ionsoort, zoals carbonaationen, zie tabel 5.12. Door toevoegen van een natriumcarbonaatoplossing aan het fabrieksafvalwater treedt de volgende reactie op:



Het neerslag wordt gefiltreerd, waarna het filtraat kan worden geloosd als het geen andere schadelijke stoffen bevat. Voor elk Hg^{2+} -ion dat in dit voorbeeld is verwijderd, zijn twee Na^+ -ionen in de plaats gekomen, maar die zijn minder belastend voor het milieu.

	CO_3^{2-}
Hg^{2+}	s
Na^+	g

5.12 Met carbonaationen kun je kwik(II)ionen laten neerslaan.

Experiment 5.6



5.13a Koperfosfaat is in de rotsen bij Lubumbashi in Kongo gemakkelijk te winnen.

	NO_3^-	PO_4^{3-}
Cu^{2+}	g	s
Na^+	g	g

5.13b

	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}
Zn^{2+}	s	g
Na^+	g	g

5.14

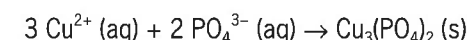
Experiment 5.7 t/m 5.10

De overheid controleert regelmatig of het geloosde afvalwater van chemische fabrieken voldoet aan de voorschriften.

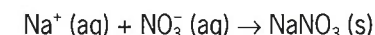
Om een ionsoort te verwijderen moet je dit ion combineren met een ion met tegengestelde lading, zodat er een slecht oplosbaar zout kan neerslaan. Omdat je in oplossing werkt, moet het toegevoegde zout uiteraard zelf oplosbaar zijn. Hierbij is het handig te bedenken dat natrium- en kaliumzouten en nitraten altijd goed oplosbaar zijn.

Het maken van zouten

Als je een bepaald zout nodig hebt dat niet op voorraad is, kun je het zelf maken. Als je koperfosfaat (figuur 5.13a) wilt maken, moet je een oplossing met koperionen samenvoegen met een oplossing met fosfaationen. Dat kan bijvoorbeeld een kopernitraatoplossing en een natriumfosfaatoplossing zijn. Door een natriumzout en een nitraatzout te kiezen, weet je zeker dat er uitsluitend koperfosfaat zal neerslaan, zie tabel 5.13b. De volgende reactie treedt op:



Het gevormde neerslag wordt gefiltreerd, nagespoeld met water en vervolgens gedroogd. Wil je een goed oplosbaar zout maken, bijvoorbeeld natriumnitraat, dan kun je het filtraat van het hierboven beschreven experiment indampen:



Belangrijk is dat er geen overmaat aan koper- of fosfaationen wordt gebruikt omdat één van deze ionsoorten dan in het filtraat aanwezig is. Bij het indampen ontstaan er dan ook andere zouten.

Het aantonen van ionen in een oplossing

Stel dat je een witte vaste stof hebt waarvan je weet dat het of natriumsulfiet of natriumsulfaat is. Als je wilt bepalen welke van de twee het is, kun je als volgt te werk gaan.

- Je lost een klein beetje van de stof op in water. De verkregen oplossing bevat nu in ieder geval Na^+ -ionen en verder of SO_3^{2-} -ionen of SO_4^{2-} -ionen.
- Je voegt een zoutoplossing toe met een positieve ionsoort die slechts met één van beide negatieve ionen kan reageren. Je neemt bijvoorbeeld een zinknitraatoplossing. Als er een neerslag ontstaat, kan dat alleen zinksulfiet zijn. Zinksulfaat is immers goed oplosbaar, zie tabel 5.14.

Zie je een neerslag, dan was de beginstof natriumsulfiet. Ontstaat er geen neerslag, dan was de beginstof natriumsulfaat.

Samenvatting

- Je kunt neerslagreacties gebruiken om ongewenste ionen uit een oplossing te verwijderen. Het neerslag filtreer je af en het filtraat kun je lozen.
- Een slecht oplosbaar zout maak je door het samenvoegen van twee oplossingen die de ionsoorten bevatten van het zout dat je wilt maken en twee andere ionsoorten, die geen neerslag geven. Het gevormde neerslag is het zout.
- Een goed oplosbaar zout maak je op dezelfde manier, maar nu zijn de ionsoorten die niet reageren het zout dat je wilt maken. Na filtreren damp je het filtraat in.
- Je toont een ionsoort in een oplossing aan door er een oplossing aan toe te voegen met een ion dat uitsluitend reageert met de aan te tonen ionsoort.

Duurzaam plassen

Ieder Nederlands gezin produceert veel afvalwater. Dit afvalwater wordt ingedeeld in drie stromen: water uit de douche noemt men grijs water, uit het riool komt zwart water en urine is geel water. Er zijn gebieden in Nederland waarin dit water apart wordt verzameld.

In urine zitten een heleboel verbindingen waarin stikstof en fosfor aanwezig zijn. Beide zijn nodig voor het maken van kunstmest. Vooral fosfaat wordt steeds schaarser en we spoelen hiervan dagelijks ongeveer 500 mg per persoon door de wc. Zeker nuttig om dit uit onze urine terug te winnen.

Je kunt het fosfaat uit urine halen door het te laten reageren met magnesiumionen. Het fosfaat slaat dan neer en vormt struviet, $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ of $\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. De urine met neergeslagen struviet kun je via leidingen naar een groot vat leiden en daar kun je het uit de urine halen. Een probleem bij dit proces is dat de struviet ervoor kan zorgen dat leidingen verstopt raken.



5.15a Op Pinkpop 2016 is plassen een duurzaam initiatief. Er wordt fosfaat uit de urine gewonnen.

In een fabriek in Nederland, genaamd SaNiPhos, gebeurt dit daarom op een andere manier. Per vrachtwagen wordt ingezamelde urine naar de fabriek getransporteerd om daar vervolgens verwerkt te worden. De fabriek verwerkt ongeveer 1500 m^3 urine per jaar, wat goed is voor 5 ton struviet. Het bedrijf wil ook aan de slag met plaszuilen bij evenementen. Bij Pinkpop komt er in drie dagen ongeveer 100 m^3 urine vrij. Daar valt een heleboel fosfaat terug te winnen (figuur 5.15a).

Bij een nieuwe in Berlijn ontwikkelde methode wordt met behulp van MgCl_2 het fosfaat in het rioolwater in de zuiveringsinstallatie als struviet neergeslagen. Daarna wordt het gescheiden van het rioolslib, waarna het rioolslib verder wordt ontwaterd en verbrand. In Amsterdam staat een nieuwe fosfaatinstallatie 'FOSvaatje' waar het struviet uit het Amsterdamse rioolslib verwijderd wordt (figuur 5.15b).

Bron: Chemische Feitelijkheden en Kennislink



5.15b In 2013 is in Amsterdam de struvietinstallatie FOSvaatje in bedrijf genomen. Deze installatie produceert momenteel ongeveer 900 ton struviet per jaar.

Opdrachten

A 11

Waarom gebruik je om een positief ion te verwijderen meestal een oplossing van een natrium-, kalium- of ammoniumzout en voor het verwijderen van een negatief ion een nitraat?

B 12

Leg uit hoe je lood(II)ionen uit een afvalwaterstroom kunt verwijderen. Geef de vergelijking van de reactie.

B 13

Beschrijf hoe je de volgende zouten kunt maken uit oplossingen van andere zouten.

- a bariumcarbonaat
- b zilverbromide
- c zinknitraat

B 14

Leg uit hoe je kunt aantonen welke van de volgende twee zouten er in een reageerbuis zit. Je mag gebruikmaken van demiwater en van oplossingen van zouten. Geef de oplos- en reactievergelijking(en).

- a natriumcarbonaat of calciumcarbonaat
- b kaliumsulfaat of kopersulfaat
- c natriumbromide of magnesiumbromide

B 15

Een leerling krijgt op een practicum drie reageerbuizen, genummerd 1, 2 en 3, waarin zich witte vaste stoffen

bevinden. Het gaat om de volgende zouten: calciumchloride, calciumnitraat en calciumfosfaat. De leerling moet onderzoeken welk zout in welke buis zit.

Beschrijf hoe de leerling te werk kan gaan. Licht je antwoord toe met reactievergelijkingen.

B 16

Als pigment voor verf worden allerlei kleurige zouten gebruikt (figuur 5.16). Zo bevat de verfsoort 'chromaatgeel' het gele zout lood(II)chromaat als pigment. Verf bestaat verder uit een bindmiddel en een oplosmiddel voor deze stof.

Pas aangebrachte verf verspreidt een typische lucht, die pas wegtrekt als de verf geheel droog is. Leg uit welke component van de verf deze geur veroorzaakt, het pigment, het bindmiddel of het oplosmiddel?

B 17

Als de stof natriumchloride is verontreinigd met natriumcarbonaat, dan bevindt zich een klein beetje natriumcarbonaat bij een grote hoeveelheid natriumchloride.

- a Leg uit hoe je kunt nagaan of natriumchloride is verontreinigd met natriumcarbonaat.
- b Idem of natriumcarbonaat is verontreinigd met natriumchloride.
- c Leg uit hoe je kunt nagaan of een stof natriumcarbonaat is of natriumchloride.



5.16 Verfpigmenten op een markt in India

Opdracht B19

B 18

Beredeneer hoe je kunt aantonen of:

- a zinkacetaat is verontreinigd met lood(II)acetaat;
- b zinknitraat is verontreinigd met zinkoxide;
- c ammoniumsulfaat is verontreinigd met ammoniumfosfaat.

B 19

Lees de tekst in het kader 'Duurzaam plassen' en beantwoord de volgende vragen.

- a Geef de systematische naam van beide vormen van struviet.
- b Geef het ontstaan van struviet in een neerslagreactie weer. Ga er hierbij van uit dat de formule van struviet $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ is.
- c Bereken hoeveel kg fosfaat er teruggewonnen kan worden uit 1500 m^3 urine.

5000 m^3 urine staat gelijk aan ongeveer 13 miljoen plasbeurten.

- d Hoeveel gram fosfaat kan er gemiddeld worden teruggewonnen uit één plasbeurt?

Als een rioolwaterzuiveringsbedrijf het afvalwater ontdoet van fosfaationen, dan wil zo'n onderneming dit uiteraard zo goedkoop mogelijk uitvoeren. Een van de afvalproducten van de glasindustrie is het zout calciumchloride.

- e Leg uit of dit (goedkoop te verkrijgen) zout kan worden toegepast bij het defosfateringsproces.

B 20 ★ **Wasversterker**

Klassieke zeepn zoals toiletzeep bevatten meestal het zout natriumstearaat ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$). Dit zout is redelijk oplosbaar in water. Bij het oplossen ontstaat het stearaation. Dit ion heeft net als een emulgatormolecuul een lange apolaire staart en een polaire kop.

De apolaire staart kan zich hechten aan het apolaire vuil en de polaire kop zorgt ervoor dat het vuil loslaat van de kleding.

- a Waarom kun je niet zeggen dat een emulgatormolecuul een hydrofiele kop en een hydrofobe staart heeft? Gebruik in je antwoord de woorden microniveau en macroniveau.

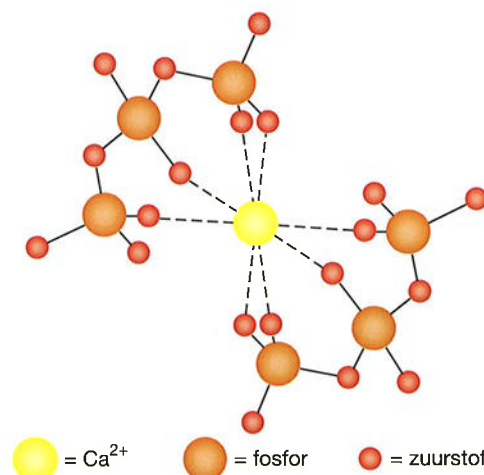
Hard water is water waarin veel calciumionen aanwezig zijn.

- b Als een oplossing van natriumstearaat aan hard water wordt toegevoegd, ontstaat een neerslag van kalkzeep. Geef de reactievergelijking van de vorming van kalkzeep.

Vroeger werd meestal de stof natriumtrifosfaat als 'ingebouwde waterontharder' gebruikt, zie figuur 5.17.

Een calciumion wordt volledig ingekapseld door twee trifosfaationen, waardoor het niet langer kan deelnemen aan neerslagreacties. Het afgebeelde 'sandwich'-complex heeft een netto negatieve lading. Daardoor lost het goed op in water en wordt het niet op het wasgoed afgezet. Fosfaten zijn slecht voor het milieu, daarom gebruiken we tegenwoordig andere stoffen.

- c Geef de vergelijking voor het oplossen van natriumtrifosfaat, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, in water.
- d Geef de vergelijking van de reactie tussen calciumionen en trifosfaationen.
- e Waardoor treedt geen kalkzeepvorming op in waswater waarin zich natriumtrifosfaat of een soortgelijke stof bevindt?
- f Waarom noem je natriumtrifosfaat een wasversterker?



5.17 Structuur van een calciumtrifosfaatcomplex

C 21 ★

Het zout natriumnitraat is heel goed oplosbaar in water. Je komt het daarom niet vaak in de natuur tegen. Bij de kust van Chili bevinden zich eilanden waar vrijwel nooit regen valt. De mest van zeevogels is daar al vele jaren opgestapeld. De mestlaag die daardoor is ontstaan bestaat uit chilisalpete en is voornamelijk natriumnitraat.

Als je het zout natriumnitraat zelf zou willen maken, kun je gebruikmaken van neerslagreacties.

Arend wil het goed oplosbare zout natriumnitraat maken. Om dit te doen voegt hij een oplossing van natriumsulfaat en bariumnitraat bij elkaar. Er ontstaat een neerslag.

- a Geef het ontstaan van dit neerslag in een reactievergelijking weer.

Arend zegt: 'De ion-dipoolbindingen zijn verbroken en er zijn ionbindingen gevormd.'

- b Leg uit wat Arend hiermee bedoelt.

- c Leg uit welke bindingen in het geval van het ontstaan van een neerslag sterker zijn, de ion-dipoolbindingen of de ionbindingen?

Arend filtreert het neerslag en dampet de oplossing in.

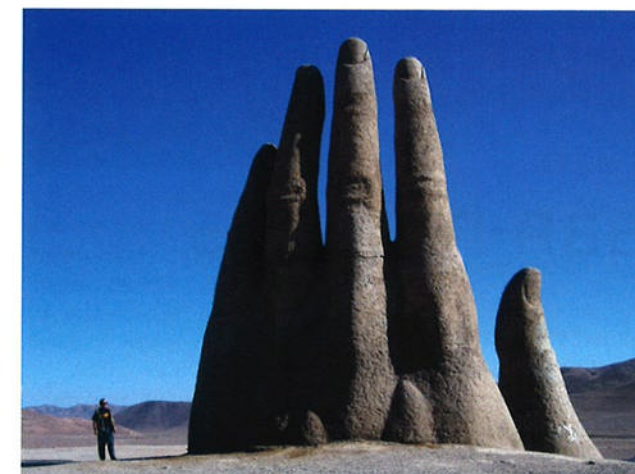
- d Geef het indampen in een reactievergelijking weer.

Het is goed mogelijk dat er ook nog een ander zout ontstaat naast natriumnitraat.

- e Leg uit waarom er ook nog een ander zout kan ontstaan. Gebruik in je uitleg het woord overmaat.
- f Wat zou je kunnen doen om het ontstaan van een ander zout te voorkomen? Denk je dat er dan volledig zuiver natriumnitraat kan ontstaan?

Om natriumnitraat te maken kun je natriumcarbonaat laten reageren met de vloeistof salpeterzuur (HNO_3). Er ontstaat dan ook water en koolstofdioxide.

- g Geef dit in een reactievergelijking weer.



5.18 In de Atacama-woestijn in Chili heeft de artist Mario Irarrázabal deze sculptuur gemaakt van ijzer en cementzouten.

C 22

Om het gebruik van Binas tabel 45A en 65B duidelijk te maken aan zijn leerlingen, legt meneer Koopmans hun het volgende probleem voor.

Je kunt nu

- beschrijven hoe je ongewenste ionsoorten uit een oplossing kunt verwijderen;
- een zout maken uit verschillende oplossingen van andere zouten en dit proces beschrijven met woorden en reactievergelijkingen;
- met experimenten aantonen welk zout er in een bepaald buisje zit.

Je krijgt drie reageerbuisen, voor een kwart gevuld, waarin de volgende kleurloze oplossingen zitten:

- in buis 1 zit natriumsulfaat
- in buis 2 zit zinkchloride
- in buis 3 zit kwik(II)nitraat
- in buis 4 zit een kleurloze oplossing van stof X

In tabel 5.19 staan de waarnemingen van de leerlingen na het mengen van de eerste drie oplossingen met de oplossing van stof X.

Leg uit wat de verhoudingsformule van stof X is en licht je antwoord toe met reactievergelijkingen.

nummer	naam	waarneming
1	natriumsulfaat	wit neerslag
2	zinkchloride	geen verandering
3	kwik(II)nitraat	roodachtig neerslag

5.19

Experimenten

5.5 Ionen verwijderen

Je onderzoekt hoe je bepaalde ionsoorten uit een oplossing kunt verwijderen.

5.6 Zouten maken

Je maakt zelf een aantal zouten uit oplossingen van andere zouten.

5.7 en 5.8 Welk zout is het?

Je onderzoekt welk zout er in een reageerbuis zit.

5.9 Vlamkleuring

Je onderzoekt de kleuren die zouten aan een vlam geven.

5.10 Dopingschandaal

In deze onderzoeksopdracht voer je experimenten bij een dopingschandaal uit.

- Volledige instructie Chemie Overal online

Hoeveel ontstaat er?

Hoeveel gram neerslag ontstaat er als je zoutoplossingen samenvoegt? Hoeveel m³ lucht is minimaal nodig voor de volledige verbranding van één liter benzine? Hoeveel ton ijzer kun je maken uit 1 ton ijzererts? Centraal in deze paragraaf staat hoe je de antwoorden op deze vragen berekent.

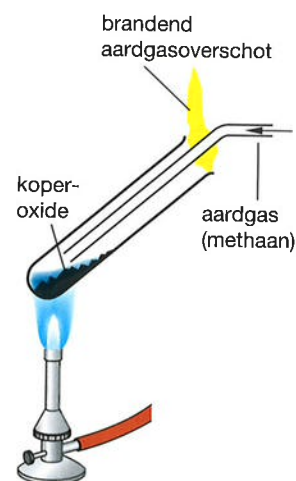


Je leert

- berekeningen aan reacties uitvoeren;
- een overmaat van een beginstof berekenen;
- het rekenschema gebruiken.

5.3 Rekenen aan reacties

● Experiment 5.11

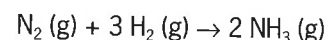


5.20 Proefopstelling voor de reactie van koperoxide met methaan

Rekenen aan reacties

Voor alle berekeningen uit de introductie is de eenheid mol cruciaal. In hoofdstuk 2 heb je de mol leren kennen. In hoofdstuk 4 heb je gezien dat bij het oplossen van een zout de coëfficiënten in de oplosvergelijking de molverhouding aangeven waarin het zout verdwijnt en de ionen ontstaan. De regel coëfficiëntenverhouding = molverhouding geldt voor alle reacties.

Je noemt de verhouding waarin beginstoffen reageren en reactieproducten ontstaan de **stoichiometrische verhouding**. Maar we zullen bij berekeningen de eenvoudigere term **molverhouding** gebruiken. De reactievergelijking van de vorming van ammoniak uit de elementen is:



Uit de reactievergelijking leid je af dat 1 mol N₂ reageert met 3 mol H₂, waarbij 2 mol NH₃ ontstaat. Je zegt: de molverhouding in deze reactie is N₂ : H₂ : NH₃ = 1 : 3 : 2.

Als je weet wat de massa van de beginstoffen is, kun je deze omrekenen naar het aantal mol en met behulp van de molverhouding kun je uitrekenen hoeveel ammoniak ontstaat. In experiment 5.11 onderzoek je hoeveel koper er maximaal kan ontstaan uit een bepaalde hoeveelheid koperoxide (figuur 5.20). Als je koperoxide laat reageren met een overmaat methaan, dan ontstaan de stoffen koper, koolstofdioxide en waterdamp. Je spreekt van een overmaat als van één van de beginstoffen meer aanwezig is dan voor de reactie nodig is. Na afloop van het experiment vergelijk je de experimenteel bepaalde hoeveelheid koper met de berekende hoeveelheid koper. We gebruiken dit experiment om in rekenvoorbeeld 1 te laten zien hoe je zo'n berekening uitvoert.



5.21 Rekenen met de mol?



5.22 Deze reusachtige mol was een drama. Het kunstwerk in Best bleek van inferieur Chinees brons en scheurde. Reparatiekosten: 1,0·10⁻¹⁹ mol euro.

Bij deze berekeningen kun je gebruikmaken van het rekenschema, zie figuur 5.23 op de volgende pagina. Je kunt bij deze berekeningen ook de verhoudingstabellen blijven gebruiken. In de rekenvoorbeelden die volgen is het rekenschema gebruikt.

Rekenvoorbeeld 1

Ga door berekening na dat er bij de omzetting van 2,0 g koperoxide 1,6 g koper ontstaat.

Bij berekeningen aan reacties voer je een aantal stappen uit.

Stap 1: stel de reactievergelijking op.

Stap 2: reken de massa of het volume van de gegeven stof om naar het aantal mol.

Stap 3: leid de molverhouding af.

Stap 4: bereken het aantal mol gevraagde stof.

Stap 5: reken het aantal mol stof om naar de gevraagde eenheid.

Stap 1: de reactievergelijking:



Stap 2: bereken hoeveel mol CuO overeenkomt met 2,0 g. De molaire massa van CuO is 79,545 g mol⁻¹.

$$2,0 \text{ g CuO} \triangleq \frac{2,0 \text{ g}}{79,545 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02514 \text{ mol CuO}$$

Stap 3: leid de molverhouding af.

De molverhouding CuO : Cu = 4 : 4 = 1 : 1.

Stap 4: bereken het aantal mol Cu.

Er ontstaat 0,02514 mol Cu.

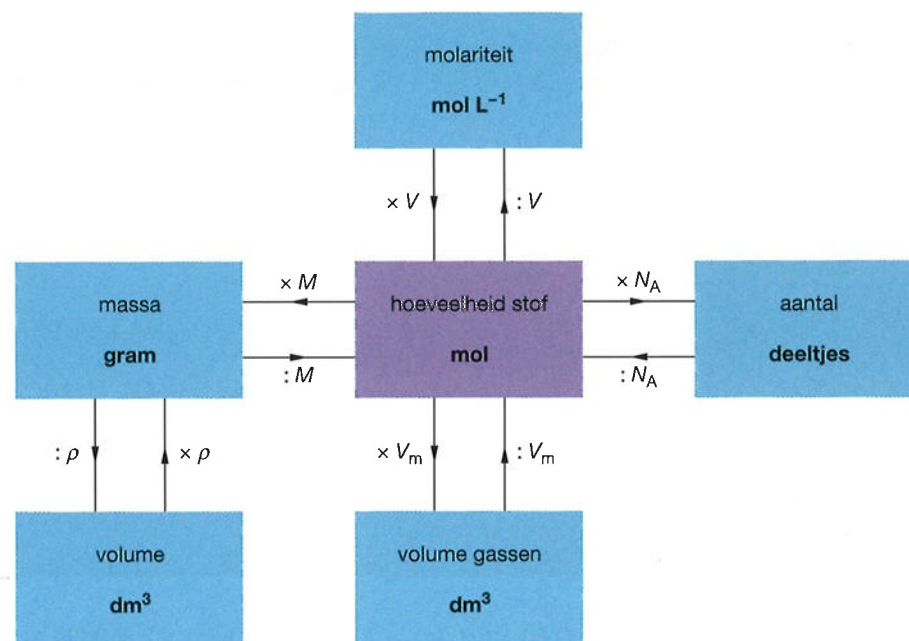
Stap 5: reken de hoeveelheid koper van mol om naar gram.

De molaire massa van Cu is 63,55 g mol⁻¹.

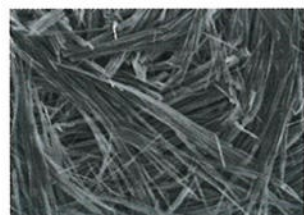
$$0,02514 \text{ mol Cu} \triangleq 0,02514 \text{ mol} \times 63,55 \text{ g mol}^{-1} = 1,6 \text{ g Cu}$$

Uit 2,0 g koperoxide is 1,6 g koper te maken. Vergelijk deze berekende hoeveelheid met de experimenteel bepaalde hoeveelheid.

Er werd in dit experiment veel meer methaan over het koperoxide geleid dan nodig is voor de reactie. Het methaan dat niet reageert, wordt verbrand. Je hebt dus een overmaat methaan gebruikt om er zeker van te zijn dat alle koperoxide reageert. In rekenvoorbeeld 2 reken je uit wat je minimaal nodig hebt om alle koperoxide te laten reageren.



5.23 Rekenschema van mol naar gram, deeltjes, molariteit en gasvolume



5.24 Met een speciale elektronenmicroscop zijn deze beelden van nanodraadjes koperoxide gemaakt. Onderzoekers hopen deze draadjes te kunnen gebruiken bij metingen aan gassen.

Rekenvoorbeeld 2

Je kunt ook uitrekenen hoeveel dm^3 methaan er heeft gereageerd. Bereken hoeveel dm^3 methaan heeft gereageerd met 2,0 g koperoxide. Bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$ geldt dat V_m gelijk is aan $24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Stap 1 en stap 2 heb je al uitgevoerd, 2,0 g CuO komt overeen met 0,02514 mol CuO.

Stap 3: leid de molverhouding af.
De molverhouding $\text{CuO} : \text{CH}_4 = 4 : 1$.

Stap 4: bereken het aantal mol CH_4 .

Het aantal mol CH_4 is $\frac{0,02514 \text{ mol}}{4} = 0,006285 \text{ mol CH}_4$.

Stap 5: reken de hoeveelheid methaan van mol om naar dm^3 gas.

$0,006285 \text{ mol CH}_4 \triangleq 0,006285 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0,15 \text{ dm}^3$

2,0 g koperoxide reageert met $0,15 \text{ dm}^3$ methaan.

Rekenen aan zouten

Met het rekenschema kun je ook rekenen aan neerslagreacties. Als je een overmaat van een oplossing van kopernitraat toevoegt aan een oplossing van natriumsulfide, kun je uitrekenen hoeveel mol neerslag er ontstaat. Je kunt dan ook uitrekenen hoeveel mol koperionen er na de reactie over is. Bij de berekening moet je er wel op letten dat je niet alleen het aantal mol stof moet uitrekenen dat je oplost, maar ook het aantal mol ionen dat in de oplossing aanwezig is.

De berekening staat uitgebreid voorgedaan in rekenvoorbeeld 3. De uitwerking van de drie deelvragen van het rekenvoorbeeld is opgesplitst in drie aparte kaders.



5.25 Als je koper toevoegt aan een kleurloze oplossing van salpeterzuur ontstaan bruine dampen en de blauwe oplossing van kopernitraat.

Rekenvoorbeeld 3

Je maakt een oplossing van kopernitraat door 6,2 g op te lossen in 250 mL water.

a Bereken hoeveel mol Cu^{2+} - en NO_3^- -ionen in de oplossing aanwezig is.

Vervolgens maak je een oplossing van natriumsulfide door 1,4 g op te lossen in 250 mL water.

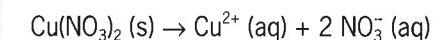
b Bereken hoeveel mol Na^+ - en S^{2-} -ionen in de oplossing aanwezig is.

De twee oplossingen worden samengevoegd. Er ontstaat een neerslag. Als je dit neerslag een tijdje laat staan, zie je boven de neerslag een lichtblauwe heldere oplossing.

c Bereken hoeveel mol kopersulfide ontstaat en hoeveel mol overmaat koperionen er in het mengsel aanwezig is, nadat de oplossingen zijn samengevoegd.

Uitwerking rekenvoorbeeld 3a

Stap 1: de oplosvergelijking is:



Stap 2: bereken hoeveel mol kopernitraat overeenkomt met 6,2 g.
De molaire massa van $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ is $187,56 \text{ g mol}^{-1}$.

$$6,2 \text{ g Cu}(\text{NO}_3)_2 \triangleq \frac{6,2 \text{ g}}{187,56 \text{ g mol}^{-1}} = 3,306 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2$$

Stap 3: leid de molverhouding af.
De molverhouding $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 : \text{Cu}^{2+} : \text{NO}_3^- = 1 : 1 : 2$.

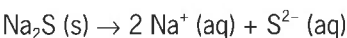
Stap 4: bereken het aantal mol Cu^{2+} en NO_3^- .
Het aantal mol Cu^{2+} -ionen is $3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$, het aantal mol NO_3^- -ionen is:
 $3,306 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 2 = 6,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$



5.26 Amsterdam in sepia (bruinige kleuren). In de fotografie wordt natriumsulfide gebruikt om sepiafoto's te maken. Bij dit proces wordt het zilver in de zwart-witfoto met onder andere natriumsulfide omgezet in zilver sulfide dat de bruine tint veroorzaakt. Tegenwoordig wordt deze bruine kleur meestal digitaal nagemaakt.

Uitwerking rekenvoorbeeld 3b

Stap 1: de oplosvergelijking is:



Stap 2: bereken hoeveel mol natriumsulfide overeenkomt met 1,4 g.
De molaire massa van Na_2S is $78,045 \text{ g mol}^{-1}$.

$1,4 \text{ g Na}_2\text{S} \triangleq \frac{1,4 \text{ g}}{78,045 \text{ g mol}^{-1}} = 1,794 \cdot 10^{-2} \text{ mol Na}_2\text{S}$

Stap 3: leid de molverhouding af.
De molverhouding $\text{Na}_2\text{S} : \text{Na}^+ : \text{S}^{2-} = 1 : 2 : 1$.

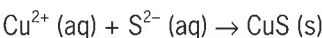
Stap 4: bereken het aantal mol Na^+ - en S^{2-} -ionen.
Het aantal mol Na^+ -ionen is $1,794 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 2 = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.
Het aantal mol S^{2-} -ionen is $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.



5.27 Kopperverbindingen behoren tot de meest kleurige zouten die je in de natuur kunt vinden. Het groene mineraal is malachiet, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, en het blauwe is chrysocolla, $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Uitwerking rekenvoorbeeld 3c

Stap 1: de neerslagreactie is:



Stap 2: deze stap heb je berekend bij vraag a en b.

Stap 3: leid de molverhouding af.
De molverhouding $\text{Cu}^{2+} : \text{S}^{2-} : \text{CuS} = 1 : 1 : 1$.

Stap 4: bereken het aantal mol CuS en het aantal mol Cu^{2+} -ionen.
Als $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol S}^{2-}$ -ionen heeft gereageerd, dan is er $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol CuS}$ ontstaan.
Er zijn $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cu}^{2+}$ -ionen verdwenen en er is nog $3,3 \cdot 10^{-2} - 1,8 \cdot 10^{-2} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cu}^{2+}$ -ionen over.

Samenvatting

- De coëfficiënten in een reactievergelijking geven de molverhouding (stoichiometrische verhouding) aan waarin de beginstoffen verdwijnen en de reactieproducten ontstaan.
- Als na de reactie een van de beginstoffen nog aanwezig is, is deze stof in overmaat aanwezig geweest.
- Bij het rekenen aan reacties kun je het stappenplan volgen.

Vuurwerk

Vuurwerk is in de zevende eeuw uitgevonden in China en het werd gebruikt om boze geesten weg te jagen. Ook nu nog is China wereldwijd de grootste producent van vuurwerk. De vier veelvoorkomende effecten die vuurwerk teweegbrengt zijn geluid, licht, rook en ronddwarrelend materiaal zoals bijvoorbeeld confetti.

Het licht bij vuurwerk is vaak gekleurd. Deze kleuren ontstaan door wat je pyrotechnische units noemt. Als deze worden ontstoken, ontstaat er een intens licht. Deze units bestaan uit vijf onderdelen.

Allereerst is er een brandstof aanwezig die ervoor zorgt dat de unit kan verbranden. Daarnaast is er een stof die zuurstof produceert om het verbranden van de brandstof te versnellen. De kleur wordt veroorzaakt door chemicaliën, vrijwel altijd metalen. Er is een stof die alles bij elkaar houdt, een soort bindmiddel en er is een stof die chlooratomen kan leveren. Deze zorgen ervoor dat de kleur van de vlam sterker wordt.

Je kunt vrij eenvoudig bepalen welke kleur een bepaalde stof in vuurwerk geeft. Als je een beetje van de stof op een entnaald doet en deze in een vlam houdt, dan zal er een kleur ontstaan, zie figuur 5.28b.

Deze kleur ontstaat in principe ook bij het ontsteken van het vuurwerk. In de tabel hieronder vind je een aantal stoffen met de kleur die ze in vuurwerk produceren. De felst brandende units heten *mag stars*. In tegenstelling tot wat je waarschijnlijk zou denken is hierin vaak geen magnesium aanwezig. Het gebruik van magnesium geeft wat praktische bezwaren. Daarom wordt meestal aluminium gebruikt. Zuiver magnesium wordt niet zo vaak gebruikt, maar een legering van aluminium en magnesium, genaamd magnalium, is wel bruikbaar.

kleur	metaal	voorbeeld van een stof die wordt gebruikt in vuurwerk
rood	strontium of lithium	SrCO_3 of Li_2CO_3
oranje	calcium	CaCl_2
geel	natrium	NaNO_3
groen	barium	BaCl_2
blauw	koper	CuCl_2
indigo	cesium	CsNO_3
violet	kalium of rubidium	KNO_3 of RbNO_3



5.28a Een ets van de 'Royal Fireworksdisplay' op de rivier de Theems in Londen in 1749



5.28b De groenblauwe kleur van koper in een vlam

Opdracht B31

Opdrachten

B 23

Paul lost 0,21 mol ammoniakgas op in 2,3 L water.

- Bereken hoeveel ammoniakmoleculen er worden opgelost.
- Bereken hoeveel liter ammoniakgas er wordt opgelost. Ga uit van standaardomstandigheden ($p = p_0$ en $T = 273,15$ K).
- Bereken hoeveel gram ammoniakgas er wordt opgelost.
- Bereken de molariteit van de ammonia.

B 24 Bauxiet

Bauxiet is de naam van het erts waaruit aluminium wordt gemaakt. Het bestaat voor een groot deel uit aluminiumhydroxide dat eerst wordt omgezet in aluminiumoxide en daaruit wordt door elektrolyse van het gesmolten aluminiumoxide het metaal aluminium gemaakt. Dit laatste is een zeer energie-intensief proces; daarom worden aluminiumfabrieken vaak naast elektriciteitscentrales gebouwd. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

- Geef de reactievergelijking voor de elektrolyse van aluminiumoxide (Al_2O_3). Bij deze reactie ontstaan alleen aluminium en zuurstof.

Uit een hoeveelheid bauxiet is 550 kg aluminiumoxide verkregen.

- Bereken hoeveel mol aluminiumoxide dat is.
- Bereken hoeveel mol aluminium daaruit door elektrolyse ontstaat.
- Bereken hoeveel kilogram aluminium er is ontstaan.

B 25

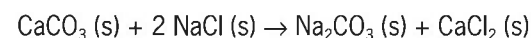
In rekenvoorbeeld 1 in deze paragraaf staat de reactie van koperoxide met aardgas. Bij deze reactie ontstaat ook koolstofdioxide. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

- Bereken hoeveel dm^3 koolstofdioxide er is ontstaan bij de reactie van koperoxide met methaan, uit rekenvoorbeeld 1. Stel V_m op $24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.
- Bereken tevens hoeveel liter water bij deze reactie is ontstaan. De dichtheid van water is $1,00 \text{ g mL}^{-1}$.
- Vergelijk je antwoorden van vraag a en b en geef aan wat je opvalt.

B 26 Soda

Natriumcarbonaat, soda, wordt gebruikt bij de fabricage van glas. Deze stof komt weinig voor in de natuur. Voordat soda in grote hoeveelheden ter beschikking kwam, gebruikte men potas, een mengsel van zouten met als belangrijk-

ste zout kaliumcarbonaat. Dit was echter niet in zuivere vorm voorhanden, maar was aanwezig in houtas. Om deze stof te vervaardigen had men buitengewoon veel hout nodig, wat leidde tot ontbossing op grote schaal en tot een schaarste aan houtas. Omdat de productie van glas toenam, zocht men naar een proces om soda uit keukenzout te maken. Dit leidde tot het solvayproces, waarbij in een aantal stappen soda wordt gemaakt uit calciumcarbonaat (kalksteen) en natriumchloride (keukenzout). De totaalreactie van dit proces is:



- Bereken hoeveel ton natriumchloride reageert met 1,00 ton calciumcarbonaat.
- Bereken hoeveel ton natriumcarbonaat wordt gevormd.

B 27

Als gemiddelde molecuulformule voor gewone benzine kun je C_7H_{16} gebruiken.

- Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van benzine.
- Bereken hoeveel m^3 lucht ten minste nodig zal zijn om 1,0 L benzine ($T = 293$ K) volledig te verbranden. Stel het molair volume op $24,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ en neem aan dat lucht 21,2 volume-% zuurstof bevat.

B 28

De productie van ijzer uit ijzererts verloopt in hoogovens. Een hoogoven is een schachtvormige oven met een hoogte van ongeveer vijftig meter. In deze oven wordt ijzererts (Fe_2O_3) met behulp van cokes (koolstof) in een aantal stappen omgezet in vloeibaar ijzer en koolstofdioxide. Het vloeibare ijzer wordt onder aan de oven afgetapt. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

- Geef de reactievergelijking voor de totaalreactie van dit proces.

In een hoogoven wordt 250 ton ijzererts (Fe_2O_3) gebracht.

- Bereken hoeveel ton cokes nodig is om al dit ijzererts te laten reageren.
- Bereken hoeveel ton ijzer er ontstaat.

B 29

Anton lost 3,6 g kopernitrat op in 150 mL water. Bereken de concentratie van de koperionen en van de nitraationen.

B 30

Lees de tekst in het kader 'Vuurwerk' en beantwoord de volgende vragen. Voor de kleureffecten in siervuurwerk zijn ingewikkelde chemische reacties nodig. Bij deze reacties ontstaat energie die wordt uitgezonden in de vorm van licht. Vaak wordt er aan het mengsel ook een chloorverbinding toegevoegd waaruit bij hogere temperaturen chlooratomen ontstaan. Deze kunnen met bijvoorbeeld de bariumverbinding reageren tot chloriden. Een deel van de energie die vrijkomt bij deze reactie zal worden uitgezonden als licht.

- Leg uit of hier sprake is van een exotherme of een endotherme reactie.
- Geef de formule van een chlooratoom en van bariumchloride.

Barium is een zwaar metaal en dus giftig. In Nederland zit er verhoudingsgewijs veel barium in vuurwerk. In 2016 zat er gemiddeld 22,61 g barium in een kilogram vuurwerk. De totale uitstoot aan barium wordt geschat op $2,8 \cdot 10^5$ kg.

- Bereken hoeveel mol barium er in 2016 werd uitgestoten bij het afsteken van het vuurwerk.



5.29 Barium zorgt voor een groene kleur in vuurwerk.

C 31

Je voegt 25 mL 0,10 M AgNO_3 -oplossing en 15 mL 0,030 M MgCl_2 -oplossing bij elkaar. Er ontstaat een neerslag van zilverchloride.

- Geef de reactievergelijking.
- Bereken welke ionsoort in overmaat aanwezig is, Ag^+ of Cl^- ?
- Bereken hoeveel gram AgCl maximaal kan ontstaan.

Neem aan dat AgCl volledig onoplosbaar is. Het neerslag van zilverchloride wordt gefiltreerd.

- Bereken de concentratie van elk van de ionen in het filtraat in mol L^{-1} .

C 32 Airbag

Als een auto botst, kunnen airbags uitklappen. De schok van een botsing brengt een reactie op gang, waardoor een airbag zich binnen 0,03 seconde vult met een gas. De opgeblazen airbag vult de ruimte tussen de bestuurder en het stuurwiel, waardoor de bestuurder extra wordt beschermd tijdens de botsing.

In een airbag bevindt zich de vaste stof natriumazide, NaN_3 . Bij ontleding van deze stof ontstaan natrium en stikstofgas.

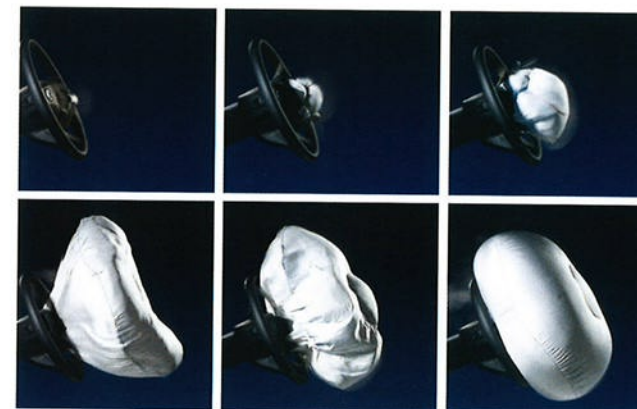
- Geef de reactievergelijking van deze ontleding.

Omdat natrium een erg reactieve stof is, die tot complicaties bij een ongeval kan leiden, bevat een airbag eveneens een hoeveelheid ijzer(II)oxide. Deze stof reageert met het gevormde natrium onder vorming van ijzer en natriumoxide.

- Geef de reactievergelijking van deze reactie.

Een airbag wordt tijdens een botsing gevuld met 90 dm^3 stikstofgas. Het molair volume bedraagt $23 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

- Bereken hoeveel gram natriumazide minimaal in de airbag aanwezig moet zijn geweest.
- Bereken hoeveel gram ijzer(II)oxide minimaal nodig was om alle gevormde natrium 'onschadelijk' te maken.



5.30 Het opvullen van een airbag

C 33

Kaliumchromaat (K_2CrO_4) is een stof die wordt gebruikt om de chloride-ionenconcentratie in een oplossing te bepalen. In het zout kaliumchromaat bevinden zich kaliumionen en chromaationen. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

- Geef het oplossen van kaliumchromaat in een vergelijking weer.

Om de chloride-ionenconcentratie te bepalen laat je eerst een oplossing van zilvernitrat met de chloride-ionen reageren. Hierbij ontstaat een wit neerslag.

- Geef het ontstaan van dit neerslag in een vergelijking weer.

Als alle chloride-ionen hebben gereageerd, gaan de zilverionen een reactie aan met de chromaationen die ook al in de oplossing aanwezig waren. Hierbij ontstaat zilverchromaat. Dit neerslag heeft een roodbruine kleur.

c Geef het ontstaan van dit neerslag in een vergelijking weer.

Omdat de chloride-ionen eerst neerslaan met de zilverionen ontstaat het neerslag van zilverchromaat pas als alle zilverionen op zijn. Als je weet hoeveel zilverionen je hebt toegevoegd totdat je een roodbruine kleur krijgt, kun je bepalen hoeveel chloride-ionen er in de oplossing aanwezig waren.

d Leg uit hoe je dat kunt bepalen.

Kaliumchromaat kan op verschillende manieren worden geproduceerd. Bij één methode laat je een reactie optreden tussen chromiet (FeCr_2O_4), kaliumcarbonaat en zuurstof. De andere producten van deze reactie zijn naast kaliumchromaat, ijzer(III)oxide en koolstofdioxide.

e Geef de vergelijking van deze reactie.

De reactie wordt uitgevoerd door gebruik te maken van 180 kg chromiet, 306 kg kaliumcarbonaat en 80,0 kg zuurstof. Na afloop van de reactie heb je 200 kg kaliumchromaat. Het rendement van de reactie kun je bepalen door de hoeveelheid kaliumchromaat die is ontstaan, de opbrengst, te delen door de hoeveelheid kaliumchromaat die maximaal kon ontstaan, de theoretische opbrengst.

f Bereken de theoretische opbrengst van deze reactie.

g Bereken het rendement van deze reactie in procent.



5.31 Kaliumchromaat

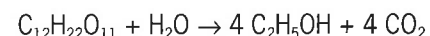
Je kunt nu

- de molverhouding afleiden uit de coëfficiënten van de reactievergelijking;
- het rekenschema gebruiken;
- met behulp van de molverhouding berekeningen uitvoeren aan reacties;
- een overmaat van een beginstof berekenen.

C 34 ★

Bio-ethanol kun je gebruiken als alternatieve brandstof. Het is alcohol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, dat is gewonnen uit een biologisch product, zoals bijvoorbeeld suikerbieten. In dat geval wordt de suiker uit de biet gehaald door dunne reepjes suikerbiet te koken met water.

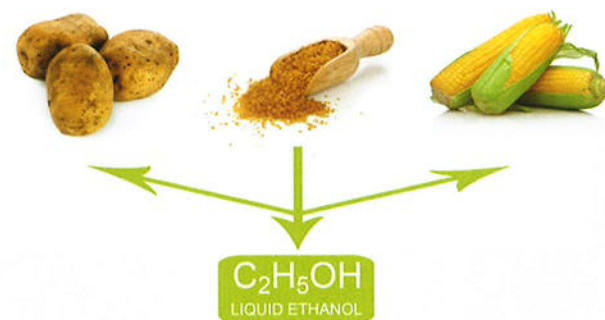
De zo verkregen suikeroplossing wordt vervolgens door fermentatie met gist omgezet tot bio-ethanol en koolstofdioxide:



Ga er in deze opdracht van uit dat 16% van de massa van de suikerbiet suiker is.

a Bereken hoeveel liter zuivere bio-ethanol je kunt verkrijgen uit 250 kg suikerbieten. Ga er bij je berekening van uit dat de dichtheid van bio-ethanol $0,800 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ is. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

b Bereken hoeveel m^3 koolstofdioxide ontstaat bij dit proces (298 K ; $p = p_0$).



5.32 Bio-ethanol wordt gewonnen uit biologische producten.

Experiment

5.11 Koper uit koperoxide

Je onderzoekt hoeveel koper er maximaal kan ontstaan uit een bepaalde hoeveelheid koperoxide.

- Volledige instructie Chemie Overal online

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Bariumsulfaat



5.33 Bariet

Een schoenmaker uit Bologna experimenteerde in 1604 met een mineraal dat in de buurt van de stad was gevonden. Toen hij het mineraal verhitte, ontstond een fosforescerende substantie ofwel een lichtsteen. Deze stenen staan bekend als Bolognastenen. Het mineraal was onzuiver bariumsulfaat.

Bariet, de triviale naam voor bariumsulfaat, wordt gebruikt als pigment voor witte verf en ook als contrastmiddel bij het maken van röntgenfoto's.

Quinty wil 5,0 g van het zout bariumsulfaat maken.

Ze gebruikt een oplossing van bariumnitraat en een oplossing van natriumsulfaat. Beide oplossingen zijn 0,50 M. Als ze de oplossingen samenvoegt, ontstaat er een neerslag.

- a** Geef de vergelijking van de neerslagreactie.
b Bereken hoeveel milliliter van beide oplossingen ze minimaal moet samenvoegen om 5,0 g bariumsulfaat te maken. Ga ervan uit dat de neergeslagen stof volledig onoplosbaar is.

- 2** De stof bismut(III)sulfide kan worden gemaakt door bismut(III)ionen te laten reageren met waterstofsulfide (H_2S). Er ontstaan ook waterstofionen.

a Geef de bereiding van bismut(III)sulfide in een reactievergelijking weer.

De bismut(III)ionen komen van een bismut(III)zout, bijvoorbeeld bismut(III)nitraat.

b Geef het oplossen van bismut(III)nitraat in een oplosvergelijking weer.

Het is ook mogelijk om bismut(III)sulfide te maken uit de elementen.

c Geef dit proces met een reactievergelijking weer.



5.34 Waterstofsulfide is de geur van rotte eieren.

3 Waterstof

In de zoektocht naar nieuwe brandstoffen is ook veel onderzoek gedaan naar waterstof. Bij de verbranding van waterstof komt alleen water vrij en dat maakt waterstof tot een schone brandstof. Het nadeel is dat waterstof niet in de natuur voorkomt en moet worden gemaakt door bijvoorbeeld de elektrolyse van water. Dit proces kost weer veel energie.

In deze opgave vergelijk je waterstof met een traditionele brandstof, zoals benzine. Benzine is een mengsel van koolwaterstoffen, stoffen waarvan de moleculen uit koolstof en waterstof bestaan. Uitgaande van superbenzine mag je de 'gemiddelde' formule C_8H_{18} gebruiken.

- a** Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van waterstof en van benzine.
b Leg uit welk verschil je opvalt tussen deze twee reactievergelijkingen.

Van beide stoffen verbrand je 2,00 kg. Gebruik bij deze opgave het rekenschema.

- c** Bereken hoeveel mol C_8H_{18} overeenkomt met 2,00 kg.
d Bereken hoeveel mol H_2 overeenkomt met 2,00 kg.
e Bereken het volume in dm^3 als beide stoffen in de gasfase zouden zijn bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$.
f Bereken hoeveel gram H_2O er ontstaat bij de verbranding van 2,00 kg van elk van deze stoffen.
g Bereken hoeveel gram CO_2 ontstaat bij de verbranding van 2,00 kg benzine.
h Bereken hoeveel dm^3 CO_2 overeenkomt met het berekende bij vraag g ($T = 298 \text{ K}$, $p = p_0$).

- i Wat is het grootste voordeel van het gebruik van H_2 als brandstof?
j Noem minstens twee nadelen van het gebruik van waterstof.



5.35 Deze drone gebruikt waterstof als brandstof.

- 4 Een leerling schenkt in een reageerbuis wat lood(II) nitraatoplossing. Vervolgens voegt hij natriumsulfaatoplossing toe. Hierbij ontstaat een neerslag. Neem aan dat de neergeslagen stof volledig onoplosbaar is.
- a Geef de vergelijking van de neerslagvorming.

De leerling filtreert het neerslag af.

b Leg uit welke twee ionsoorten het filtraat in elk geval bevat.

Indien de leerling één van de zoutoplossingen in overmaat heeft toegevoegd, zal het filtraat nog een derde ionsoort bevatten. Om dit te onderzoeken verdeelt hij het filtraat over twee reageerbuizen I en II. In reageerbuis I schenkt hij daarna een bariumnitraatoplossing. Er ontstaat geen neerslag. In reageerbuis II schenkt hij een natriumcarbonaatoplossing. Nu ontstaat er witte neerslag.

- c Beredeneer welke zoutoplossing de leerling in overmaat heeft toegevoegd, de lood(II)nitraatoplossing of de natriumsulfaatoplossing?

- 5 Een leerling krijgt van zijn docent een zoutoplossing. Zij geeft hem de opdracht te onderzoeken welke positieve ionsoort in de oplossing aanwezig is. Bij dit onderzoek mag de leerling gebruikmaken van drie bekende zoutoplossingen: een natriumchloride-oplossing, een natriumjodide-oplossing en een bariumnitraatoplossing. De leerling voegt een voor een deze drie verschillende oplossingen toe aan drie aparte reageerbuizen met daarin de onbekende oplossing. De resultaten daarvan zijn weergegeven in de volgende tabel.

toegevoegd	resultaat
natriumchloride-oplossing	geen neerslag
natriumjodide-oplossing	oranje neerslag
bariumnitraatoplossing	geen neerslag

5.36

Leg uit welke positieve ionsoort de onbekende zoutoplossing bevat.

★ 6 Wie zorgt er voor de planten?

Als je kamerplanten water moet geven is kraanwater alleen vaak niet goed genoeg. Je moet plantenvoeding in het gietwater doen.

Je bestudeert het etiket van de fles plantenvoeding in figuur 5.37. Je wilt weten hoeveel water je moet geven.

- a Leg uit of je met het etiket van de fles kunt afleiden hoeveel water je per week aan de planten moet geven.
- b Bereken met de gegevens van het etiket de dichtheid in $g\ mL^{-1}$ van de oplossing met plantenvoeding in de fles.
- c Hoe komt het dat deze dichtheid groter is dan die van water?

2,5% Nitraat-N betekent *niet* dat er in 100 g oplossing 2,5 g nitraationen zit, maar dat in de aanwezige nitraationen 2,5 g N-atomen zit. Voor de 1,54% ammonium-N geldt hetzelfde.

- d Bereken hoeveel mol nitraationen en hoeveel mol ammoniumionen er in 100 g plantenvoeding zit.

Er zit natuurlijk geen K_2O in de oplossing. Het is een oude manier van stofaanduiding, toen mestsaamenstellingen nog in oxides werden uitgedrukt.

- e Geef de vergelijking van de reactie die verloopt als K_2O in water wordt gedaan.

De zin op het etiket '6,0% water oplosbaar K_2O ' gaat in tegenstelling tot de gegevens over N gewoon over de stof K_2O . In 100 g oplossing zit 6,0 gram K_2O .

- f Bereken hoeveel mol kaliumionen in 100 g plantenvoeding is opgelost.

Dat er P_2O_5 in de plantenvoeding zou zitten, is ook zo'n ouderwetse aanduiding. De zogenaamde P_2O_5 -moleculen zijn allang omgezet in fosfaationen.

- g Bereken het aantal mol fosfaationen dat nu aanwezig is in 100 g plantenvoedsel.

De oplossing is natuurlijk elektrisch neutraal. Je rekent na of de aantallen positieve en negatieve ladingen aan elkaar gelijk zijn.

- h Bereken daartoe eerst de totale lading van de fosfaationen. Bedenk dat het fosfaation een lading 3- heeft.
- i Controleer of het aantal mol positieve lading en het aantal mol negatieve lading aan elkaar gelijk is.

Uit de berekeningen volgt dat er waarschijnlijk ammoniumfosfaat en kaliumnitraat is gebruikt om de oplossing te maken, maar dat er volgens het etiket meer nitraationen dan kaliumionen zijn. Men kan in de fabriek op drie manieren voor die extra nitraationen gezorgd hebben. Er is extra toegevoegd:

- A gewoon losse nitraationen;
B bijvoorbeeld calciumnitraat;
C ammoniumnitraat.

- j Leg bij alle drie de antwoorden uit of ze juist kunnen zijn.

- 7 De stof lithiumhydroxide wordt geproduceerd door lithiumcarbonaat te laten reageren met calciumhydroxide. Lithiumhydroxide, een witte vaste stof, is te verkrijgen in de watervrije vorm, maar ook als lithiumhydroxidemonohydraat.

- a Geef de reactievergelijking van dit proces. Naast lithiumhydroxide ontstaat nog één andere stof.

Oplossing van meststoffen:

4,0% N totaal
2,5% nitraat-N
1,54% ammonium-N

6,0% wateroplosbaar K_2O
2,6% wateroplosbaar P_2O_5



Inhoud 500 mL (= 0,58 kg)
1x per week
10 mL per liter water

5.37 Etiket van een fles plantenvoeding

Lithiumhydroxide kan met koolstofdioxide reageren waarbij lithiumcarbonaat en water ontstaan. Dit wordt gebruikt in onderzeeërs en in de ruimtevaart om de uitgedemde lucht te ontdoen van koolstofdioxide.

b Geef dit proces in een reactievergelijking weer.

c Leg uit waarom men in de ruimtevaart watervrij lithiumhydroxide gebruikt.

d Bereken hoeveel dm^3 koolstofdioxidegas kan reageren met 2,50 kg lithiumhydroxide bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$. Gebruik het rekenschema bij je berekening.

8 De stof ijzer(III)chloride heeft meerdere toepassingen. Zo wordt het toegepast in een rioolwaterzuivering. Daarnaast wordt het gebruikt bij de productie van printplaten. Hiertoe reageert eerst ijzer(III)chloride met koper tot ijzer(II)chloride en koper(I)chloride. Vervolgens reageert de ontstane koper(I)chloride met ijzer(III)chloride tot ijzer(II)chloride en koper(II)chloride.

a Geef deze reacties in twee verschillende reactievergelijkingen weer.

b Hoeveel mol ijzer(III)chloride is er nodig om met dit proces 1 mol koper(II)chloride te maken?

Ijzer(III)chloride is goed oplosbaar in water. Evi lost 40 mg ijzer(III)chloride op en vult aan tot 250 mL water.

c Welke kleur krijgt deze oplossing?

d Bereken de concentratie van de ijzer(III)ionen en van de chloride-ionen.

Evi wil alle ijzer(III)ionen laten neerslaan en voegt daarom aan de oplossing natronloog toe.

e Geef het ontstaan van dit neerslag in een reactievergelijking weer.

f Bereken hoeveel mol hydroxide-ionen er minimaal nodig zijn om alle ijzer(III)ionen te laten neerslaan.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site staat meer informatie. In overleg met je docent kun je één of meer van deze keuzeopdrachten uitvoeren.

1 Waterzuivering

Je verdiept je bij deze opdracht in de vervuiling van het oppervlaktewater en de werking van een installatie voor de zuivering van afvalwater. Nadere informatie, vragen en opdrachten vind je op de site.

2 Samenstelling van verf

In deze opdracht onderzoek je de samenstelling van verschillende soorten verf. Je leert iets over de verschillende kleurstoffen die daarbij worden gebruikt.

3 Milieudeskundige

Je ontdekt in deze opdracht waarmee een milieudeskundige zich bezighoudt. Als je meer informatie wilt over studies en beroepen kun je via de site doorklikken naar www.feelthechemistry.nl.

Overzicht begrippen

Chemisch evenwicht

Als zich een chemisch evenwicht heeft ingesteld, verlopen twee omkeerbare reacties tegelijkertijd met dezelfde snelheden. De concentraties van de ionen zijn constant. Een evenwicht wordt in een vergelijking weergegeven met een dubbele pijl.

Heterogeen evenwicht

Als de stoffen die deelnemen aan een evenwicht zich niet allemaal in dezelfde toestand bevinden, spreek je van een **heterogeen evenwicht**.

Homogeen evenwicht

Als de stoffen die deelnemen aan een evenwicht zich wel in dezelfde toestand bevinden, spreek je van een **homogeen evenwicht**.

Molverhouding

De regel coëfficiëntenverhouding = molverhouding geldt voor alle reacties. Je noemt de verhouding waarin beginstoffen reageren en reactieproducten ontstaan de **stoichiometrische verhouding** of **molverhouding**.

Neerslagreactie

Een neerslagreactie is een reactie tussen ionen die niet naast elkaar in een oplossing kunnen voorkomen. Je noemt de gevormde vaste stof een **neerslag**. De vergelijking die de reactie tussen de ionen weergeeft, noem je een **neerslagvergelijking**. In deze vergelijking staan alleen de ionen die de vaste stof vormen.

Stappenplan rekenen aan reacties

Bij berekeningen aan reacties voer je een aantal stappen uit.

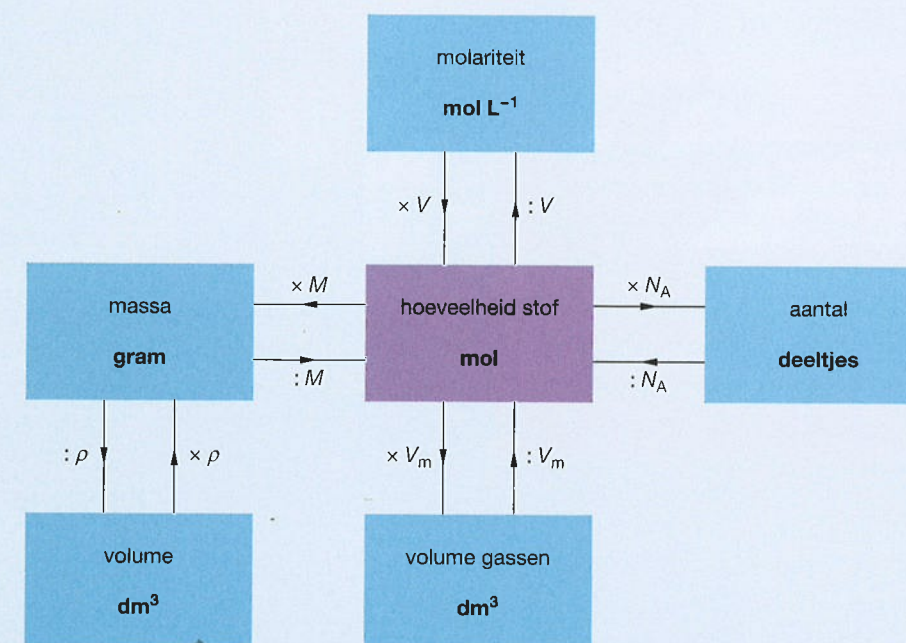
Stap 1: stel de reactievergelijking op.

Stap 2: reken de massa of het volume van de gegeven stof om naar het aantal mol.

Stap 3: leid de molverhouding af.

Stap 4: bereken het aantal mol gevraagde stof.

Stap 5: reken het aantal mol stof om naar de gevraagde eenheid.



5.39 Rekenschema van mol naar gram, deeltjes, molariteit en gasvolume