

**LABJOURNAAL**

**De Productie van Zwavelzuur**

NAAM:

## Ruimte voor eigen extra aantekeningen en vragen

## Processen

**Opdracht 1:** Voorbeelden van processen waarbij afgepaste hoeveelheden gebruikt of geproduceerd worden, batchprocessen.

1: maken deeg 2: koekjes bakken

3: soep eten 4: koken

5: muziek maken 6: telefoneren

7: voetbalwedstrijd 8: rondje lopen

9: naar school gaan 10:

**Opdracht 2:** Voorbeelden van processen die continu doorgaan, continuprocessen.

1: ademhalen 2: stromen rivier

3: verstrijken van de tijd 4: eb en vloed

5: het leven 6: erosie

7: …… 8:

9: 10:

**Opdracht 3:** Overeenkomstige eigenschappen van

Portie-processen

1: variatie

2: tijdgebonden

3: afgebakend

4: eindig

5:

Continue processen

1: doorgaand

2: niet tijdgebonden

3: beweging

4: stroming

5:

**Opdracht 4:** Overeenkomstige eigenschappen van chemische

Batchprocessen

1: variëren

2: reactietijd

3: reactievat

4: flexibel

5:

Continuprocessen

1: lopende band

2: grote hoeveelheden

3: automatisering

4: ononderbroken

5:

**Opdracht 5:** Overeenkomsten met andere leerling(en)

Batchprocessen

Typische eigenschappen voor batchprocessen

Continuprocessen

Typische eigenschappen voor continuprocessen

## Productie door Alchemisten

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Productie door alchemisten in 7 vragen

1: Arabische alchemisten waren waarschijnlijk de eersten die al meer dan duizend jaar geleden zwavelzuur maakten. Zij deden dit door FeSO4•7H2O in een grote kolf te verhitten.

De kleur van de stof is groen en de stof heeft de triviale naam groen vitriool of copperas.

Feedback Juist: Vitriool (zwavelzuur) werd uit groene vitriool gemaakt.

Feedback Fout: Voor kleuren van chemicaliën is Binas tabel 65B handig. Triviale namen kun je vinden door op internet te zoeken of in Binas tabel 66A.

2: De systematische naam van FeSO4•7H2O is ijzer(II)sulfaat-heptahydraat

Feedback Juist: Het gaat hier inderdaad om een zout met kristalwater. Je kunt gewoon de ionen benoemen en omdat ijzer meerdere ladingen kan hebben geef je dit aan met (een Romeins cijfer); ook geef je aan hoeveel kristalwater de stof bevat.

Feedback Fout: Het gaat hier om een zout met kristalwater. Benoem de ionen; als een ion van een element meerdere mogelijke ladingen kan hebben geef dan de lading aan met (een Romeins cijfer); geef aan hoeveel kristalwater de stof bevat.

3: Bij het verhitten van FeSO4•7H2O, ontstaan eerst FeSO4 en water waarna het FeSO4 verder ontleedt. Hierbij ontstaan een vaste stof en de gassen SO2 en SO3. De ontleding van FeSO4 kan als volgt worden weergegeven: 2 FeSO4(s) **→** 1 Fe2O3(s) + 1 SO2(g) + 1 SO3(g).

Feedback Juist: De gevormde vaste stof is inderdaad Fe2O3

Feedback Fout: De gevormde vaste stof is Fe2O3. Probeer nu nog een keer.

4: Dit type ontledingsreactie wordt thermolyse genoemd.

Feedback Juist: Door te verwarmen (thermo) vindt de ontleding (lyse) plaats. Dus thermolyse.

Feedback Fout: De ontleding vindt plaats door te verwarmen. Welke term wordt ook alweer gebruikt voor warmte en welke voor ontleding?

5: De gassen die tijdens het verhitten uit de kolf opstegen, werden in een tweede kolf geleid die gevuld was met water. Het resultaat was een zure vloeistof die onder andere zwavelzuur bevatte. De juiste manier waarop de gassen door de kolf worden geleid is weergegeven in tekening 1

Feedback Juist: Om op te kunnen lossen in het water zal het gas er doorheen geleid moeten worden. En het is inderdaad ook handig dat je oplossing in de kolf blijft en er niet uitgeduwd wordt.

Feedback Fout: Het gas dat ontstaat moet door het water heen geleid worden en het water mag niet door het gas de kolf uitgeduwd worden.

6: De vorming van zwavelzuur kan weergegeven worden met onderstaande reactievergelijking. Maak deze compleet door de missende stoffen in te vullen.

SO3(g) + H2O(l) → H2SO4

Feedback Juist: Zwavelzuur wordt inderdaad gevormd door de reactie van water met zwaveltrioxide.

Feedback Fout: Zwavelzuur wordt gevormd door de reactie van water met één van de door de kolf geleide gassen.

7: Het andere zuur dat gevormd wordt heet zwaveligzuur.

Feedback Juist: Het andere gas SO2 reageert inderdaad met water tot zwaveligzuur. SO2(g) + H2O(l) → H2SO3

Feedback Fout: Het andere gas reageert met water op een vergelijkbare manier als SO3 dat doet. De triviale naam van het zuur dat ontstaat kun je vinden in Binas tabel 66B.

**Opdracht 6:** Twee manieren waarop alchemisten oplossing sterker konden maken.

Manier 1: weinig / minder water in de tweede kolf

Manier 2: gassen langer door het water leiden

Manier 3: grotere hoeveelheid groene vitriool gebruiken.

**Opdracht 7:** Alchemisten-bereiding batch- of continuproces.

Er werd in porties gewerkt dus batchproces.

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Atoomeconomie, totaalreactie

**2** FeSO4•7 H2O **→ 1** Fe2O3 + **1**  H2SO + **1** H2SO4 + **12** H2O

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Atoomeconomie, percentage

(98 / (2 x 278)) x 100 % = 18 %

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Rendement, percentage

(100 / (((1000 / 278) / 2) x 98)) x 100 % = 57 %

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Rendement, massa opbrengst

(((1000 / 278) / 2) x 98) x 0,80 = 141 g

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** E-factor, waarde bij 100% rendement

(1000 - ((1000 / 556) x 98)) / ((1000 / 556) x 98)= 4,7

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** E-factor, waarde bij 70% rendement

(1000 – (((1000 / 556) x 98)) x 0,70) / (((1000 / 556) x 98) x 0,7)= 7,1

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** E-factor, waarde bij 90% rendement

(1000 – (((1000 / 556) x 98)) x 0,90) / (((1000 / 556) x 98) x 0,9)= 5,3

## Het Lodenkamerproces

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Het Lodenkamerproces, 2 vragen

1: Vul de onderstaande reactievergelijking van de verbranding van zwavel aan:

S8(s) + 8 O2(g) → 8 SO2(g)

Feedback Juist: Bij de verbranding van zwavel wordt inderdaad zwaveldioxide (SO2(g)) gevormd.

Feedback Fout: Bij verbranding vindt een reactie met zuurstof plaats.

2: Bij de ontleding van het salpeter worden stikstofoxiden (NO en NO2) gevormd die een rol spelen bij de vorming van zwavelzuur. Het proces verloopt in meerdere stappen waarbij de stikstofoxiden gebruikt en daarna weer geregenereerd worden. De stikstofoxiden dienen dus als katalysatoren in de totaalreactie. De stappen zouden als volgt weergegeven kunnen worden:

H2O + SO2 **→** H2SO3

H2SO3 + NO2 **→** H2SO4 + NO

2 NO + O2 **→** 2 NO2

Geef de kloppende totaalreactie door het ontbrekende in te vullen:

2 H2O(l) + 2 SO2(g) + O2(g) **→ 2 H2SO4(opl)**

Feedback Juist: NO en NO2 fungeren als katalysator en komen daarom inderdaad niet in de reactie voor.

Feedback Fout: NO en NO2 fungeren als katalysator en komen daarom niet in de reactie voor. O2(g) wel.

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Het Lodenkamerproces 2, 2 vragen

1: In plaats van elementair zwavel werd ook gebruik gemaakt van allerlei zwavelhoudende ertsen zoals pyriet en zinkblende. Hierbij werd het erts geroost. Roosten is het verhitten van materiaal onder toevoer van lucht. Er kan dan (gedeeltelijke) oxidatie optreden zonder dat er sprake is van verbranding. Bij het roosten van pyriet treedt een vergelijkbare reactie op als bij het verbranden van zwavel.

Vul de onderstaande reactievergelijking van het roosten van pyriet aan:

3 FeS2(s) + 8 O2(g) → Fe3O4(s) + 6 SO2(g)

Feedback Juist: Pyriet wordt inderdaad met zuurstof geoxideerd tot Fe3O4(s) en SO2(g).

Feedback Fout: Bij oxidatie aan de lucht vindt een reactie met zuurstof plaats. Pyriet is ijzer(II)disulfide (FeS2)

2: De drie ijzerionen in het gevormde ijzeroxide hebben niet alle drie dezelfde elektrische lading. Hoeveel ijzerionen van welke lading bevat het product?

1 x Fe2+ en 2 x Fe3+

Feedback Juist: Totale lading van zuurstofionen is inderdaad 4 x 2- = 8-. Dit kan gecompenseerd worden met 1 x 2+ en 2 x 3+

Feedback Fout: Mogelijke ladingen van ijzerionen zijn 2+ en 3+ en van zuurstofionen 2-.

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Atoomeconomie, percentage

Bereken de atoomeconomie voor deze reactie in gehele procenten en controleer je antwoord.

De atoomeconomie van dit proces is 72 %

Feedback Juist: Invullen van de formule levert inderdaad 100% x (6x98)/(3X120 + 6x18 + 11x32) = 72%.

Feedback Fout: Kijk nog eens terug naar de uitleg en formule voor de atoomeconomie bij de alchemistenproductie en vergeet niet rekening te houden met de coëfficiënten.

**Argumenteer-opdracht 1:** Atoomeconomie

Het lodenkamerproces is efficiënter dan de productie door alchemisten (stelling) omdat de respectievelijke waarden voor de atoomeconomie 72% en 18% zijn (data). Een hogere atoomeconomie betekent een hogere efficiëntie (rechtvaardiging).

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** E-factor, waarde

Bereken de E-factor voor dit proces in 1 decimaal, als het rendement 100% is. Controleer je antwoord.

De E-factor is 0,4

Feedback Juist: Invullen van de formule levert inderdaad ((3X120 + 6x18 + 11x32) - (6x98)) / (6x98) = 0,4.

Feedback Fout: Kijk nog eens terug naar de uitleg en formule voor de atoom-economie bij de alchemistenproductie en vergeet niet rekening te houden met de coëfficiënten.

**Argumenteer-opdracht 2:** E-factor

Het lodenkamerproces is efficiënter dan de productie door alchemisten (stelling) omdat de respectievelijke waarden voor de E-factor 0,4 en 4,7 zijn (data). Een lagere E-factor betekent een hogere efficiëntie (rechtvaardiging).

**Opdracht 8:** **[ ]** om een deel van het blokschema.

De salpeteroven is alleen nodig om het proces op te starten (stelling). In het blokschema (data) is te zien dat het NO2 gerecycled/rondgepompt wordt (rechtvaardiging) en dus zodra het proces loopt niet meer apart in de salpeteroven gevormd hoeft te worden. De producten uit die oven worden via recirculatie aangeboden.

**Opdracht 9:** **Batch- of continuproces.**

Scheiding in batch- of continuproces is lastig want afhankelijk van praktische uitvoering. Belangrijk voor continuproces in dit geval lijkt de invoering van recirculatie.

Deel 1: batch

Deel 2: batch

Deel 3: continu

Deel 4: continu

**Opdracht 10:** **Verschillen en belangrijkste argumenten.**

Meerdere mogelijkheden. Doel is om de leerlingen te laten beseffen dat indeling hier niet altijd makkelijk eenduidig is te maken.

Deel 1: Proces zal gestopt moeten worden om vloeistof te verwijderen, batch.

Deel 2: Als 1 roostoven gebruikt wordt ligt proces stil bij reiniging ervan, batch.

Deel 3: Door recirculatie van zwavelzuur kan proces gereguleerd worden en blijven verlopen, continu.

Deel 4: Door recirculatie van zwavelzuur kan proces gereguleerd worden en blijven verlopen, continu.

## De Productie

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Zwaveldioxide

1: Het bedrijf Nyrstar Budel in Noord-Brabant is een belangrijke producent van het metaal zink. De grondstof is zinkblende wat voornamelijk uit zinksulfide bestaat. Één van de eerste stappen in de productie van zink is het roosten van de zinkblende. Hierbij ontstaan zinkoxide en zwaveldioxide.

Geef de vergelijking van deze reactie door de missende onderdelen in te vullen:

2 Zn(s) + 3 O2(g) → 2 ZnO(s) + 2 SO2(g)

Feedback Juist: Tijdens het roosten reageert het zinkblende inderdaad met zuurstof tot zinkoxide en zwaveldioxide.

Feedback Fout: Let goed op de toestandsaanduidingen zodat je weet in welk kader je welke stof moet invullen. Let ook goed op dat je het juiste kader kiest voor de coëfficiënten. Tijdens het roosten oxideer je het zinkblende met zuurstof.

2: Het zwaveldioxide mag niet in de lucht terecht komen omdat het zure regen veroorzaakt. Het bedrijf laat dit gas dan ook niet ontwijken via een schoorsteen maar maakt er zwavelzuur van. Als eerste stap laat het bedrijf het zwaveldioxide reageren met lucht om zwaveltrioxide te krijgen. Normaal gesproken verloopt deze reactie erg langzaam.

Geef de vergelijking van deze reactie door de missende onderdelen in te vullen.

2 SO2(g) + 1 O2(g) → 2 SO3(g)

Feedback Juist: Zwaveldioxide wordt inderdaad door zuurstof in de lucht geoxideerd tot zwaveltrioxide.

Feedback Fout: Het zwaveldioxide reageert met zuurstof in de lucht. Vul een coëfficiënt van 1 ook in.

**Opdracht 11:** **Oorzaken snellere reactie.**

Mogelijke oorzaken: Door de hogere temperatuur; V2O5 zal een betere katalysator zijn dan de metaalionen in muren; In de reactor is een hogere concentratie SO2 en O2 aanwezig; Verdeling van de katalysator is in de reactor beter; De druk in de reactor kan hoger zijn.

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Katalysator

1: Wat voor soort stof is de katalysator? Vul in:

De katalysator is een zout.

Feedback Juist: Combinatie van een metaal ion met een niet-metaal ion dus inderdaad een zout.

Feedback Fout: Moleculaire stof, zout of metaal?

2: Vul in:

De verhoudingsformule van de katalysator is V2O5.

Feedback Juist: Inderdaad, 2x V5+ en 5x O2- geeft netto lading van 0 dus V2O5.

Feedback Fout: Vanadium heeft hier oxidatietoestand (V) en oxide is altijd 2-.

**Opdracht 12:** **Omzetting tot pyrozwavelzuur.**

SO3 + H2SO4 → H2S2O7

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngVraag:** Blokschema.

Aanvullen blokschema:

A = water (= 5) B = Reactor 3 (= 3) C = zwavelzuur (= 9)

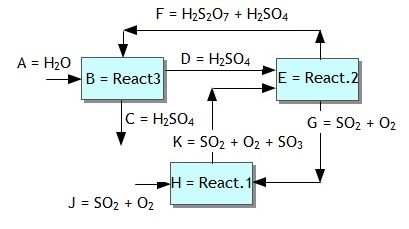
D = zwavelzuur (= 9) E = Reactor 2 (= 2)

F = zwavelzuur + pyrozwavelzuur (= 9 + 8 = 17)

G = zwaveldioxide en zuurstof (= 10) H = Reactor 1 (= 1)

J = zwaveldioxide en zuurstof (= 10)

K = zwaveldioxide en zuurstof + zwaveltrioxide (= 10 + 7 = 17)



Feedback Juist: Mooi. ☺

Feedback Fout: Controleer of je bij de roodgekleurde velden misschien een tweede onderdeel hebt gemist en probeer het nog een keer.

**Opdracht 13:** **Contactproces, batch of continu?**

Er ontstaan geen vaste stoffen in het proces (data). De gassen en vloeistoffen kunnen blijvend rond- of doorgepompt worden zonder dat het proces (behalve bij onderhoud of calamiteiten) gestopt hoeft te worden (rechtvaardiging). Dus continuproces (stelling).

## De Opbrengst

**Opdracht 14:** **Vragen over filmfragment.**

**a]** Toepassingen van zwavelzuur.

Bewerken van metaal; productie medicijnen; bij verf; maken van explosieven.

**b]** Dagproductie zwavelzuur.

600 ton per dag.

**c]** Bron van zwavel.

Olie en gas.

**d]** Waarom wordt de zwavel uit de bron verwijderd?

Als het zwavel niet uit de olie of het gas wordt verwijderd zal bij verbranding hiervan dit zwavel vrijkomen als SO2 en dit is slecht voor het milieu vanwege verzuring.

**e]** Productieproces ander geleverd product.

De verbranding van zwavel is exotherm en levert veel warmte. Deze warmte wordt gebruikt om water te koken en zo stoom te produceren. Deze stoom drijft een turbine aan waardoor elektriciteit wordt opgewekt. De elektriciteit kan aan energiemaatschappijen worden verkocht.

**https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/3f40fda3ca56cdd97e07050a30834dcc9dfe124b.pngOefening:** Rekenen

1: Stel de dagproductie bestaat volledig uit een 96 % H2SO4-oplossing. Hoeveel ton water moet er dan per dag in de laatste verdunningsstap worden toegevoegd?

19 ton water.

Feedback Juist: Inderdaad. 600 ton zwavelzuur in 99 % oplossing betekent een totale massa van (100/99)\*600 = 606 ton, dus 6 ton water; 600 ton zwavelzuur in 96 % oplossing betekent een totale massa van (100/96)\*600 = 625 ton, dus 25 ton water; er is dus 25-6 = 19 ton water toegevoegd om te verdunnen.

Feedback Fout: De dagopbrengst aan zwavelzuur is 600 ton. Die hoeveelheid zit in een 96 % oplossing die gemaakt wordt door een oplossing van 99 % te verdunnen. Beide oplossingen bevatten diezelfde 600 ton zwavelzuur maar een andere hoeveelheid water.

2: Hoeveel ton zwavel (S) moet er aangevoerd worden per dag als het rendement 100 % is? Vul je antwoord in gehele getallen in.

196 ton zwavel.

Feedback Juist: Inderdaad. Uitgaande van een dagopbrengst van 600 ton zwavelzuur is er (600/98)\*32 = 196 ton zwavel nodig.

Feedback Fout: De dagopbrengst aan zwavelzuur is 600 ton. Voor 1 mol H2SO4 is 1 mol S (of 1/8 mol S8) nodig. Er hoeft alleen maar aangevuld te worden wat er wordt afgevoerd.

3: Het eerder in de oefening over zwaveldioxide (zie Productie) genoemde bedrijf Nyrstar meldde op hun website voor het productiejaar 2006/2007 een productie van 286997 ton zwavelzuur. Hoeveel kg zinkblende is er minimaal nodig om 286997 ton zwavelzuur te produceren? Ga er van uit dat zinkblende 67 % zink in de vorm van zinksulfide bevat. Geef je antwoord in 3 significante cijfers.

286 •103 ton zinkblende.

Feedback Juist: Inderdaad. Uitgaande van een dagopbrengst van 286997 ton zwavelzuur is er (286997/98)\*97,5 = 285533 ton zinksulfide nodig. {66,8 m% Zn in zinkblende als ZnS betekent dat zinkblende 100% zuiver ZnS is.(65,4/97,5)\*100 % = 67 %}

Feedback Fout: Voor 1 mol H2SO4 is 1 mol ZnS nodig. Bij 67 m% Zn in zinkblende als ZnS kun je er van uit gaan dat het zinkblende zuiver ZnS is. (65,4/97,5)\*100% = 67%

4: Noteer in je schrift een reden waarom het rendement van deze zwavelzuurproductie in de praktijk lager dan 100% zal zijn. Geef hieronder aan of de reden die je hebt opgeschreven een 'stelling', 'data' of een 'rechtvaardiging' is.

A: Stelling Onjuist, de stelling hier is dat het rendement in de praktijk lager is dan 100%

B: Data Onjuist, het gaat hier niet om gegevens maar om beweringen

C: Rechtvaardiging Juist, aan de hand van de bewering, rechtvaardig je de stelling dat de opbrengst in de praktijk lager dan 100% zal zijn.

Mogelijke antwoorden:

* Er worden altijd bij of nevenproducten gevormd.
* Er blijven resten achter in de reactor(en).
* Er ontsnapt gas.
* Er worden geen zuivere beginstoffen gebruikt, de onzuiverheden blijven dus over.

## De Analyse

**Opdracht 15:** **Hoeveelheid natronloog**

98,00 m% H2SO4-opl. ^= 18,32 M H2SO4-opl.; 100x verdund ^= 0,1832 M H2SO4-opl. ^= 2x 0,1832 = 0,3664 M H3O+(aq); 25,00 mL 0,3664 M H3O+(aq) ^= 0,09160 mmol H3O+(aq) ^= 0,09160 mmol OH-(aq) ^= 9,16 mL 0,1000 M OH-(aq) ^= 9,16 mL 0,1000 M natronloog

**Opdracht 16:** **Titratie in duplo**

**Opdracht 17:** **Verschillende resultaten**

Fouten in uitvoering

Onnauwkeurigheden in uitvoering

Meerdere stappen waarbij verschillen kunnen ontstaan

## De Afronding

**Opdracht 18:** **Eigenschappen batch- en continuprocessen**

Batch Continu

Verloopt in porties Ononderbroken aanvoer grondstoffen

Kleine hoeveelheden per tijdseenheid Specifiek

Flexibel Ononderbroken afvoer producten

Arbeidsintensief Grote hoeveelheden per tijdseenheid

Geautomatiseerd

Recirculatie/ hergebruik

**Opdracht 19:** **Voor- en nadelen batch- en continuprocessen**

Voordeel Nadeel

Batch Flexibel Arbeidsintensief

Lage productiehoeveelheden

Continu Geautomatiseerd Niet flexibel / specifiek

Recirculatie / hergebruik

Hoog productievolume

**Opdracht 20:** **Wanneer batch- of continuproces**

Batch: kleine hoeveelheden

specialistische producten,

moeilijk te maken producten

Continu: grote hoeveelheden

continue vraag

## Ruimte voor eigen extra aantekeningen en vragen

## DOCENTENHANDLEIDING

Dit labjournaal is de docentenhandleiding behorende bij de Wikiwijsmodule: [De Productie van Zwavelzuur](https://maken.wikiwijs.nl/95889/De_Productie_van_Zwavelzuur).

In deze module worden rekenvaardigheden zoals rekenen aan/met hoeveelheden, concentraties, dichtheden, percentages en rekenen aan reacties als ‘bekend’ verondersteld (voorkennis).

Er wordt geoefend met rekenen aan reacties, berekenen atoomeconomie, E-factor en examengericht rekenen (contextrijke opgaven met combinaties van verschillende (typen) berekeningen). De contexten waarin dit rekenen wordt aangeboden zijn productieprocessen met de daar bijbehorende (blok)schema’s en eventueel cycli (eindtermen).

Er is een koppeling met andere rekenarrangementen met uitgebreidere uitleg en oefeningen over rendement, atoomeconomie en E-factor. Daarnaast is er een koppeling met een module over argumenteren volgens het model van Toulmin. Hierbij wordt eerst gekeken naar ‘wanneer is een argument goed/wat maakt een argument goed?’

http://chemistry.jackdaw.nl/Iconen_uitleg_zonder_filmanimatie.png

**Voorkennis**

hoe je stoffen systematisch benoemt

hoe je reactievergelijkingen kloppend maakt

nog steeds rekenen

blokschema’s maken

***handig om te weten:***

wat alchemie is

http://chemistry.jackdaw.nl/Iconen_uitleg_zonder_filmanimatie.png

**Leerdoelen:**

wat het verschil is tussen batch- en continu-processen

welke voor- en nadelen beide typen processen hebben

In het eerste deel van dit labjournaal staan de uitwerkingen van alle opdrachten en oefeningen. Behalve als uitwerkingenboekje kan het labjournaal ook als schrift dienen voor de leerlingen. In dat geval kunnen het docenthandleidingdeel en de uitwerkingen (de rode tekst) verwijderd worden alvorens af te drukken of digitaal beschikbaar te stellen aan de leerlingen.

## Beknopt overzicht van de module

|  |  |
| --- | --- |
| Ruimte | Leerlingactiviteiten |
| Introductie | maakt zich via oriënterende opdrachten de termen batch en continu proces eigen |
| Productie door Alchemisten | verdiept zich via tekst en bijbehorende vragen in het productieproces dat door alchemisten werd gebruikt |
| Het Lodenkamerproces | verdiept zich via tekst en bijbehorende vragen in het Lodenkamer productieproces |
| Het Lodenkamerproces verder verbeterd | verdiept zich verder via tekst en bijbehorende vragen in het Lodenkamer productieproces en past de geleerde begrippen batch en continu toe op dit proces |
| De Productie | verdiept zich in het huidig toegepaste Contactproces door de reactievergelijkingen te achterhalen, het blokschema te completeren en de begrippen batch en continu toe te passen |
| De Opbrengst | bekijkt productiefilmpje en rekent aan en vergelijkt opbrengsten |
| De Analyse (titratie) | bepaalt de concentratie van het zwavelzuuroplossing via titratie |
| De Afronding | maakt recap-opdracht |



## Practicum: Titratie

De concentratiebepaling van het zwavelzuur kan gebruikt worden als een praktische oefening titreren met bijbehorende berekening en maken van een verdunning. Het bijgevoegde voorschrift (zie Opdrachten in het ***LABJOURNAAL***) is een eenvoudige titratie die naar believen aangepast kan worden. Er wordt vanuit gegaan dat de leerlingen al ervaring hebben met (zuur-base) titraties dus er zijn geen praktische instructies m.b.t. de uitvoering.

Het experimentele deel kan uitgebreid worden door de leerlingen extra te laten oefenen met het maken van meer verdunningen of door hen de natronloog van te voren te laten stellen. Ter verwerking van het practicum kan de leerlingen gevraagd worden om een verslag te schrijven.

**Gebruikte materialen en chemicaliën**

De concentratiebepaling van zwavelzuur is een eenvoudige titratie van zwavelzuur met natronloog voorafgegaan door het maken van een verdunning. Per leerling zijn de volgende zaken nodig:

* Buret gevuld met *0,1000* M natronloog (NB: Let er op dat, als het m% uitgerekend moet worden, een niet helemaal kloppende molariteit voor de natronloog kan leiden tot een m% van meer dan 100 %!)
* 50 mL verdund zwavelzuur (*0,9800* m%, *0,1832* M)
* Zuur-base indicator (broomthymolblauw of fenolftaleïn)
* 10,00 mL en 25,00 mL volumepipet met ballon
* 100,00 mL maatkolf
* Bekerglazen en erlenmeyers

## Bronnen

* Bij de uitleg met oefeningen en opgaven is gebruik gemaakt van oude eindexamenopgaven scheikunde.
* Lodenkamergravures: H. Ost, Lehrbuch der Technischen Chemie, Verlag von Robert Oppenheim, Berlin, 1890, p53 en p54. Copyright is verlopen. De auteur is in 1923 in Zürich overleden. (bron: Winfried R. Pötsch et al., Lexikon bedeutender Chemiker, VEB Bibliographisches Inst. Leipzig, 1988, p. 284)
* Filmpje: 'Sulfuric Acid' van de video Industrial Chemistry for Schools and Colleges met dank aan en toestemming van de Royal Society of Chemistry - [www.rsc.org/education](http://www.rsc.org/education)

## Licentie:

Dit werk is onder de volgende Creative Commons licentie gepubliceerd.  
Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 2.5 Nederland Licentie. Aanvullende informatie vindt u op:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/nl/>  
**De gebruiker mag:**   
het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven



Remixen - afgeleide werken maken

**Onder de volgende voorwaarden:**   
**Naamsvermelding** - De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden (maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met uw werk of uw gebruik van het werk).

**Niet-commercieel** - De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

**Gelijk delen** - Indien de gebruiker het werk bewerkt kan het daaruit ontstane werk uitsluitend krachtens dezelfde licentie als de onderhavige licentie of een gelijksoortige licentie worden verspreid.

**Met inachtneming van:**  
Het voorgaande laat de wettelijke beperkingen op de intellectuele eigendomsrechten onverlet.   
De morele rechten van de auteur.  
De rechten van anderen, op het werk zelf of op hoe het werk wordt gebruikt, zoals het portretrecht of privacyrecht.   
**Afstandname van rechten** - De gebruiker mag afstand doen van een of meerdere van deze voorwaarden met voorafgaande toestemming van de rechthebbende.   
**Publiek domein** - Indien het werk of een van de elementen in het werk zich in het publieke domein onder toepasselijke wetgeving bevinden, dan is die status op geen enkele wijze beïnvloed door de licentie.   
**Andere rechten** - Onder geen beding worden volgende rechten door de licentieovereenkomst in het gedrang gebracht.  
**Let op** - Bij hergebruik of verspreiding dient de gebruiker de licentievoorwaarden van dit werk kenbaar te maken aan derden. De beste manier om dit te doen is door middel van een link naar deze webpagina.