

Voor dit examen zijn maximaal 80 punten te behalen; het examen bestaat uit 38 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

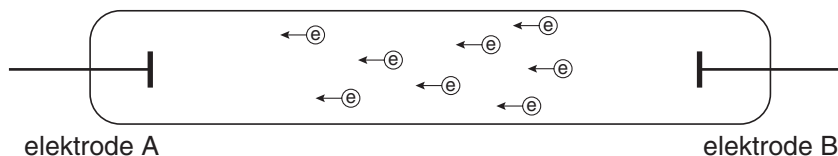
Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Rood licht

Sommige deeltjes gaan licht uitzenden als ze met elektronen botsen. Daarvan wordt gebruik gemaakt bij de zogenoemde neonverlichting. De lampen die daarbij gebruikt worden, bestaan uit een glazen buis waarbij aan elk van de uiteinden een elektrode is aangebracht (zie figuur 1). De buis is gevuld met neon of argon of krypton. De elektroden worden onder spanning gezet. Daardoor ontstaat een stroom van elektronen tussen de elektroden. In figuur 1 zijn de elektronen weergegeven met $\ominus$. Wanneer de elektronen botsen met neonatomen in de lampvulling wordt rood licht uitgezonden.

figuur 1



Neon staat, evenals argon en krypton, in groep 18 van het periodiek systeem.

1p **1** ☐ Wat is de verzamelnaam van de elementen in groep 18 van het periodiek systeem?

2p **2** ☐ Is elektrode A in figuur 1 de positieve of de negatieve elektrode? Geef een verklaring voor je antwoord.

In de beeldbuis van een kleurentelevisie wordt ook gebruik gemaakt van stoffen die gekleurd licht uitzenden bij botsing met elektronen. Voor het verkrijgen van rood licht wordt een mengsel van europium(III)oxide en yttriumvanadaat (YVO_4) gebruikt.

2p **3** ☐ Geef de formule van europium(III)oxide.

Yttriumvanadaat is onder andere opgebouwd uit Y^{3+} ionen.

2p **4** ☐ Hoeveel protonen en hoeveel elektronen bevat een ion Y^{3+} ?
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: ...
aantal elektronen: ...

Water, wijn, melk of bier?

Wanneer men goedgekozen oplossingen bij elkaar voegt, is het mogelijk om verrassende effecten te verkrijgen. Hieronder is een voorschrift weergegeven voor een goocheltruc die daarvan gebruik maakt.

voorschrift

Titel: Wilt u water, wijn, melk of bier?

Benodigdheden: Vier bekeerglazen van 200 mL

In bekeerglas A: 40 mL 20% natriumcarbonaat-oplossing en
10 mL verzadigde natriumwaterstofcarbonaat-oplossing en
100 mL water

In bekeerglas B: 5 druppels fenolftaleïne

In bekeerglas C: 25 mL verzadigde bariumchloride-oplossing

In bekeerglas D: 5 druppels broomthymolblauw en 7 mL 8 M zoutzuur

Uitvoering: Giet de inhoud van bekeerglas A ('water') in bekeerglas B. Hierbij ontstaat een paarsrode vloeistof ('wijn'). Giet vervolgens de 'wijn' in bekeerglas C: er ontstaat een witte suspensie ('melk'). Schenk tenslotte de 'melk' in bekeerglas D. Dan ontstaat een schuimende gele vloeistof ('bier').

Door de inhoud van bekeerglas A in bekeerglas B te gieten, ontstaat 'wijn'.

2p **5** ☐ Beredeneer hoe hoog de pH van deze 'wijn' minimaal is.

De 'melk' die in bekeerglas C ontstaat, is een suspensie van bariumcarbonaat.

2p **6** ☐ Geef de vergelijking van de reactie waarbij in bekeerglas C de suspensie ontstaat.

2p **7** ☐ Geef de $[H^+]$ in mol L⁻¹ en de pH van het zoutzuur dat in bekeerglas D aan broomthymolblauw wordt toegevoegd.

Noteer je antwoord als volgt:

$[H^+]$: ...

pH: ...

Bij het uitschenken van de 'melk' uit bekeerglas C in bekeerglas D treedt een zuur-base reactie op. Bij deze proef is óf bariumcarbonaat óf zoutzuur in overmaat aanwezig.

2p **8** ☐ Welke van deze stoffen is bij de proef in overmaat aanwezig? Geef een verklaring voor je antwoord aan de hand van de kleur van het ontstane 'bier' in bekeerglas D.

1p **9** ☐ Geef de naam van het gas dat het schuimen in bekeerglas D veroorzaakt.

In verband met de veiligheid en/of het milieu is het bij sommige proeven noodzakelijk om te wijzen op de risico's die het gebruik van de stoffen en oplossingen met zich meebrengt.

2p **10** ☐ Noem twee stoffen (oplossingen) die bij deze goocheltruc worden gebruikt, waarvan het gebruik riskant is. Beschrijf voor elk van de genoemde stoffen (oplossingen) welk risico het gebruik ervan met zich meebrengt.

In steeds meer delen van Nederland heeft men de hardheid van leidingwater verlaagd. In diverse kranten werd daarover ook bericht. Waterleidingbedrijven die de ontharding uitvoeren, geven in brochures voorlichting over de productie van zacht drinkwater.

tekst-
fragment 1

Definities

hardheid: de aanwezigheid van opgeloste calcium- en magnesiumzouten. Tijdelijke hardheid wordt veroorzaakt door opgelost calciumwaterstofcarbonaat en opgelost magnesiumwaterstofcarbonaat, die bij koken ontleden en als ketelsteen neerslaan.

ontharden van water: het verminderen van de hardheid van water. Bij gebruik van hard water ontstaat op wasgoed een grauwsliet door de neerslagreactie van calcium- en magnesiumionen met het steareaan van natuurlijke zeep. Door het water te ontharden wordt dit voorkomen.

waterstofcarbonaat: een ionsoort met de formule HCO_3^- .

naar: Encarta Encyclopedie

tekst-
fragment 2

Voortaan zacht water uit de kraan

Leiden – Op 15 juli neemt het drinkwaterproductiebedrijf Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH) een wateronthardingsinstallatie in gebruik. Vanaf die datum wordt zachter drinkwater geleverd.

Drinkwater bevat onder andere kalk en magnesium. Deze mineralen bepalen de hardheid van ons drinkwater: hoe minder kalk en magnesium des te zachter het water.

Zacht water heeft een aantal voordelen. Men heeft bijvoorbeeld minder waspoeder en natuurlijke zeep nodig voor het wasgoed. Ook zet zich bij gebruik van zacht water minder kalk (of kalksteen) af in bijvoorbeeld koffiezetapparaten en (af)wasmachines.

naar: De Leidse Post, juni 2000

- 2p **11** ☐ Geef de formules van de twee zouten die volgens tekstfragment 1 de tijdelijke hardheid van water veroorzaken.

In tekstfragment 2 wordt in de tweede alinea („Drinkwater ...”) een uitleg gegeven over hard en zacht water. Chemisch gezien is deze uitleg niet correct.

- 2p **12** ☐ Schrijf een nieuwe alinea waarin een en ander op een chemisch juiste manier wordt weergegeven. Begin de alinea met „Drinkwater ...” en eindig met „... des te zachter het water.”

In tekstfragment 2 staat dat er minder (natuurlijke) zeep nodig is om te wassen wanneer het water zacht is dan wanneer het water hard is. Dit kan verklaard worden met behulp van een gegeven uit tekstfragment 1.

- 2p **13** ☐ Verklaar met behulp van een gegeven uit tekstfragment 1 waarom er minder (natuurlijke) zeep nodig is bij het wassen met zacht water dan bij het wassen met hard water.

Het productieproces in het kort

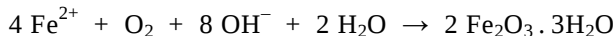
- 1 Vanuit Bergambacht wordt voorgezuiverd water naar de duinen tussen Monster en
2 Katwijk getransporteerd. De duinpassage filtert ongewenste micro-organismen uit
3 het water. Na de duinpassage wordt het water teruggewonnen. Het duinwater wordt
4 als bron voor de productie van drinkwater gebruikt. Door toevoeging van actieve
5 poederkool verbetert de smaak van het water en worden schadelijke stoffen die
6 mogelijk nog in het water voorkomen, gebonden. Vervolgens gaat het te zuiveren
7 water naar de filters. Eerst stroomt het water over cascades (watervallen), waardoor
8 het water wordt verrijkt met zuurstof. Daardoor oxideren ijzer en mangaan. De
9 ontstane oxiden en het eerder toegevoegde poederkool worden met zandfilters
10 verwijderd.
11 Na de passage van de zandfilters is de hardheid van het water ongeveer 13,4 DH.
12 Aan dit harde water wordt in een reactor een hoeveelheid natronloog toegevoegd.
13 De hydroxide-ionen reageren dan met waterstofcarbonaationen waarbij onder
14 andere carbonaationen ontstaan. De carbonaationen slaan vervolgens neer met de
15 calciumionen. Daardoor ontstaat calciumcarbonaat, dat zich afzet op kleine
16 zandkorreltjes. Wanneer het water de reactor verlaat, heeft het een hardheid van
17 8,5 DH (= 1,5 mmol/L). Zonodig wordt nog een kleine hoeveelheid chloor aan het
18 water toegevoegd.

naar: Voorlichtingsbrochure DZH

In de regels 1 tot en met 10 van tekstfragment 3 wordt beschreven dat het water eerst wordt gezuiverd voordat het wordt onthard. Bij deze zuivering wordt gebruik gemaakt van twee scheidingsmethoden.

- 2p **14** ☐ Geef de namen van deze twee scheidingsmethoden.

In tekstfragment 3 staat dat ijzer en mangaan oxideren (regel 8). Eén van de reacties die daarbij optreedt, kan als volgt worden weergegeven:



Deze reactie is een redoxreactie. Aan de hand van de lading van de ijzerdeeltjes voor de pijl en de lading van de ijzerdeeltjes na de pijl kun je bepalen of Fe^{2+} bij deze reactie oxidator of reductor is.

- 2p **15** ☐ Leid af, aan de hand van de ladingen van de ijzerdeeltjes, of Fe^{2+} bij deze reactie oxidator of reductor is.
Noteer je antwoord als volgt:
de lading van de ijzerdeeltjes voor de pijl: ...
de lading van de ijzerdeeltjes na de pijl: ...
 Fe^{2+} is dus: ...

In de regels 13 en 14 van tekstfragment 3 wordt de reactie beschreven waarbij carbonaationen ontstaan.

- 2p **16** ☐ Geef de vergelijking van deze reactie.

In tekstfragment 3 wordt de hardheid gegeven in DH én in mmol/L.

- 2p **17** ☐ Laat door een berekening zien dat de gegeven hardheid in DH overeenkomt met de gegeven concentratie in mmol L^{-1} . Ga er bij de berekening van uit dat alleen Ca^{2+} ionen verantwoordelijk zijn voor de hardheid en dat 1,0 DH overeenkomt met 7,1 mg Ca^{2+} per liter.

Kaliumchloraat

Kaliumchloraat (KClO_3) wordt geproduceerd in een speciale elektrolyse-opstelling. Deze bestaat uit een grote bak waarin een stalen buis en een aantal koolstofstaven hangen. De bak bevat een oplossing van kaliumchloride (KCl).

De kaliumchloride-oplossing wordt bij een temperatuur van $75\text{ }^\circ\text{C}$ geëlektrolyseerd, terwijl intensief wordt geroerd. De stalen buis wordt daarbij gebruikt als elektrode; de koolstofstaven vormen de andere elektrode. Bij deze elektrolyse ontstaan chloor en waterstof. Chloor ontstaat bij de koolstofstaven, waterstof ontstaat bij de stalen buis.

- 3p **18** □ Geef de vergelijkingen van de halfreacties die optreden aan de elektroden.

Noteer je antwoord als volgt:

halfreactie bij de koolstofstaven: ...

halfreactie bij de stalen buis: ...

- 2p **19** □ Wordt de stalen buis gebruikt als positieve elektrode of als negatieve elektrode? Geef een verklaring voor je antwoord.

Het ontstane chloor reageert direct verder in de elektrolysebak. Daarbij ontstaat uiteindelijk opgelost kaliumchloraat.

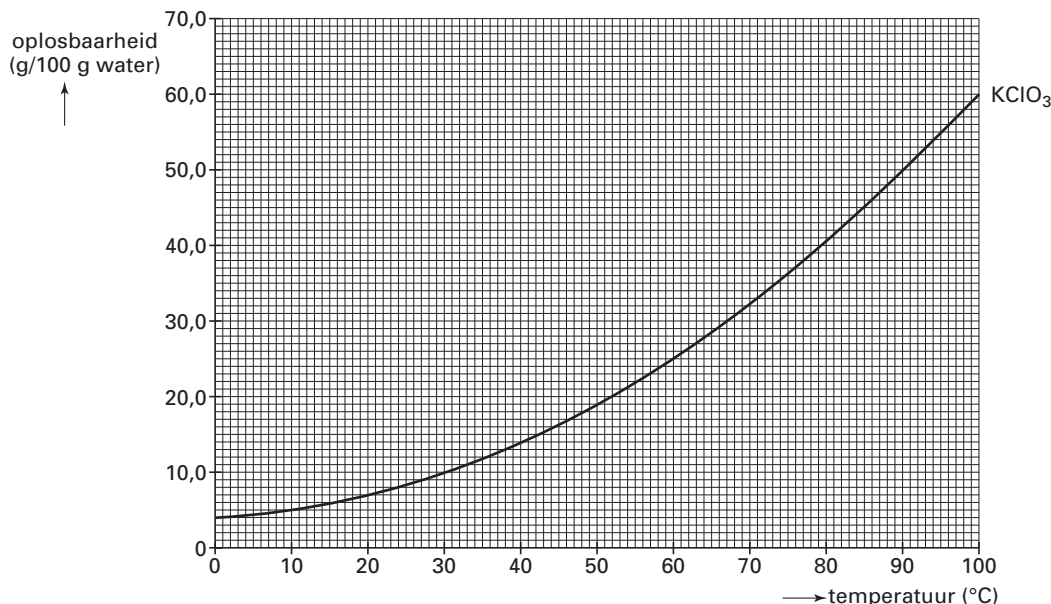
Bij het begin van de elektrolyse bevindt zich in de elektrolysebak een oplossing die $4,0 \cdot 10^2$ kg kaliumchloride (KCl) bevat. Men stopt de elektrolyse wanneer de oplossing verzadigd is met kaliumchloraat. Op dat moment is 87 massaprocent van de kaliumchloride die bij het begin van de elektrolyse aanwezig was, omgezet tot kaliumchloraat. Hierbij wordt uit 1 mol kaliumchloride 1 mol kaliumchloraat gevormd.

- 3p **20** □ Bereken het aantal kg kaliumchloraat dat is ontstaan uit de kaliumchloride die tijdens de elektrolyse is omgezet.

De ontstane verzadigde oplossing van kaliumchloraat wordt afgekoeld van $75\text{ }^\circ\text{C}$ tot $10\text{ }^\circ\text{C}$, waarbij een groot deel van het kaliumchloraat uitkristalliseert: het wordt vast.

In figuur 2 is de oplosbaarheid van kaliumchloraat als functie van de temperatuur weergegeven.

figuur 2



- 3p **21** □ Bereken met behulp van gegevens uit figuur 2 hoeveel massaprocent van het kaliumchloraat bij het afkoelen van $75\text{ }^\circ\text{C}$ tot $10\text{ }^\circ\text{C}$ uitkristalliseert. Neem aan dat het opgeloste kaliumchloride geen invloed heeft op de oplosbaarheid van kaliumchloraat.

Kenneth heeft op kleine schaal het hierboven beschreven productieproces nagebootst. Uiteindelijk heeft hij vast kaliumchloraat verkregen. Hij wil nu onderzoeken of dit kaliumchloraat nog verontreinigd is met kaliumchloride. In Binas-tabel 45A staan geen gegevens over chloraationen. Maar in een naslagwerk vindt Kenneth dat de oplosbaarheid van chloraten hetzelfde is als de oplosbaarheid van nitraten.

- 3p **22** ☐ Beschrijf een onderzoek waarmee Kenneth kan bepalen of zijn kaliumchloraat verontreinigd is met kaliumchloride. Noem de gebruikte stoffen, beschrijf de handelingen, beschrijf de mogelijke waarnemingen en geef de conclusies die uit die waarnemingen getrokken kunnen worden.

Kaliumchloraat wordt onder andere gebruikt in lucifers. De kop van een lucifer bevat een mengsel van kaliumchloraat en zwavel. Bij het aansteken van een lucifer reageert kaliumchloraat met zwavel tot kaliumchloride en zwaveldioxide.

- 3p **23** ☐ Geef de vergelijking van deze reactie.

tekst-
fragment 4

- 1 Elk soort alcoholhoudende drank heeft zijn eigen alcoholpercentage. Toch maakt
2 het voor de hoeveelheid alcohol die je binnen krijgt, nauwelijks iets uit of je een glas
3 bier (met 5,0 volumepercent alcohol) of een glas wijn (met 12 volumepercent
4 alcohol) drinkt.
5 Alcohol wordt door het lichaam snel opgenomen en afgebroken. Het grootste deel
6 komt in de dunne darm en wordt daar sneller opgenomen dan andere
7 voedingsstoffen. Daarna verspreidt het zich via het bloed gelijkmatig over de totale
8 hoeveelheid lichaamsvloeistof. Het bloedalcoholgehalte (BAG) wordt uitgedrukt in
9 promille. Een promillage van 0,50 wil zeggen dat 1,0 liter bloed 0,50 gram pure
10 alcohol bevat. Bij het besturen van een voertuig is maximaal een BAG van
11 0,50 promille toegestaan.
12 De afbraak van de alcohol vindt plaats in de lever met een constante snelheid van
13 150 mg alcohol per liter bloed per uur. De stofwisseling van alcohol verloopt zeer
14 efficiënt. Door enzymen wordt de alcohol eerst omgezet tot azijnzuur (ethaanzuur).
15 Azijnzuur kan vervolgens met behulp van andere enzymen worden verbrand tot
16 koolstofdioxide en water of worden omgezet in vet.
17 Alcohol kan, in tegenstelling tot andere energieleveranciers, niet opgeslagen
18 worden in het lichaam, zodat het absolute prioriteit heeft in de stofwisseling. Door
19 deze voorrangsbepaling bij de stofwisseling onderdrukt alcohol de verbranding
20 van met name vetten. Deze worden daarom snel opgeslagen, bij voorkeur in de
21 buikholte.
22 Extreem alcoholgebruik gaat vaak samen met slechte eetgewoonten. De voeding
23 bevat dan meestal te weinig essentiële aminozuren en vitaminen. Dat verstoort de
24 stofwisseling nog meer.

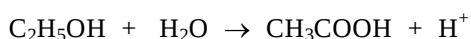
naar: Biochemistry

- 1p **24** ☐ Laat door een berekening zien dat het juist is wat in de tweede zin (regels 1-4) staat. Neem daarbij aan dat een bierglas met 250 mL bier wordt gevuld en een wijnglas met 100 mL wijn.

In tekstfragment 4 wordt beschreven hoe alcohol door het lichaam wordt omgezet tot azijnzuur dat vervolgens wordt verbrand tot koolstofdioxide en water. Uit een ander gegeven in het tekstfragment kan worden afgeleid dat de afbraak van alcohol in het lichaam een exotherm proces is.

- 2p **25** ☐ Uit welk gegeven uit tekstfragment 4 kan worden afgeleid dat de afbraak van alcohol in het lichaam een exotherm proces is? Geef een verklaring voor je antwoord.

De reactie waarbij alcohol wordt omgezet tot azijnzuur (ethaanzuur) is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie van de reductor is hieronder gedeeltelijk weergegeven:



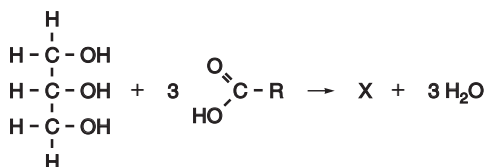
In de vergelijking van deze halfreactie zijn e^- en de coëfficiënten weggelaten.

- 3p **26** ☐ Neem de vergelijking over, zet e^- aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.
- 3p **27** ☐ Geef de vergelijking van de verbrandingsreactie die wordt beschreven in de regels 15 en 16. Gebruik daarbij molecuulformules.
- 2p **28** ☐ Bereken de molariteit (in mol L^{-1}) van alcohol (ethanol) in bloed met een BAG van 0,50 promille.

Een autobestuurder blijkt bij een alcoholcontrole een BAG van 1,4 promille te hebben. Omdat verder rijden niet is toegestaan, legt de politie een rijverbod voor een aantal uren op.

- 2p **29** ☐ Bereken met gegevens uit het tekstfragment na hoeveel uur deze autobestuurder weer mag rijden.

Vetten (regel 16 en 20) zijn esters die zijn opgebouwd uit glycerol waaraan drie vetzuurmoleculen zijn gebonden:



In deze vergelijking stelt R een koolwaterstofgroep voor.

- 2p **30** ☐ Geef de structuurformule van stof X in bovenstaande vergelijking. Geef in deze structuurformule de koolwaterstofgroep(en) weer met R.

In het slot van tekstfragment 4 komen essentiële aminozuren en een verstoorde stofwisseling ter sprake.

- 1p **31** ☐ Geef aan wat essentiële aminozuren zijn.
- 1p **32** ☐ Welk soort stoffen, die voor de stofwisseling van belang is, kan niet meer (of onvoldoende) gemaakt worden als de voeding te weinig essentiële aminozuren bevat?

Tri is de verkorte naam van trichlooretheen (C_2HCl_3). Tri is een verbinding die veel wordt gebruikt bij het chemisch reinigen in een zogenoemde stomerij. Tri kan op verschillende manieren worden geproduceerd. Bij één daarvan maakt men gebruik van twee reactoren. In de eerste reactor laat men ethyn (C_2H_2) reageren met chloor. Daarbij treedt de volgende reactie op:



2p **33** □ Leg uit of ethyn een verzadigde of een onverzadigde verbinding is.

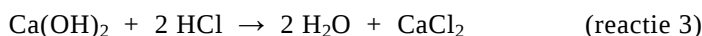
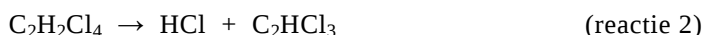
Er bestaan verschillende isomeren met de molecuulformule $C_2H_2Cl_4$.

2p **34** □ Geef de structuurformules van de isomeren met de molecuulformule $C_2H_2Cl_4$.

Onder normale omstandigheden is de reactiesnelheid tussen ethyn en chloor zo hoog, dat een explosie ontstaat. Om dit te voorkomen, heeft men de omstandigheden in de reactor aangepast.

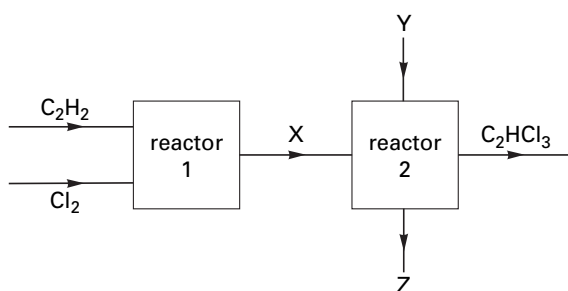
3p **35** □ Noem een aanpassing in de omstandigheden in de reactor die helpt om een explosieve reactie te voorkomen. Leg aan de hand van het botsende-deeltjes-model uit waarom deze aanpassing geschikt is.

De verbinding die in de eerste reactor is gevormd, wordt in een tweede reactor geleid. In deze reactor wordt ook calciumhydroxide geleid. Bij een temperatuur van $300^\circ C$ treden in de tweede reactor achtereenvolgens twee reacties op:



De hierboven beschreven bereiding van tri kan schematisch als volgt worden weergegeven:

blokschema



In dit blokschema ontbreken de formules van een aantal stoffen die wel in de beschrijving zijn genoemd.

2p **36** □ Geef de formules van de stoffen die bij de letters X, Y en Z moeten worden vermeld. Het is mogelijk dat er bij een letter meer dan één formule moet worden vermeld.

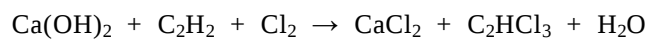
Noteer je antwoord als volgt:

bij X: ...

bij Y: ...

bij Z: ...

Het totale productieproces van tri kan in één reactievergelijking worden weergegeven. Hieronder zijn alle formules in de vergelijking gegeven, maar de coëfficiënten zijn weggelaten:



- 2p **37** ☐ Geef de reactievergelijking van het totale productieproces van tri. Neem daartoe de bovenstaande vergelijking over en vul daarin de juiste coëfficiënten in.
- 3p **38** ☐ Bereken hoeveel kg calciumhydroxide minimaal nodig is voor de productie van 1,0 kg tri volgens dit productieproces.

Einde