

Voor dit examen zijn maximaal 82 punten te behalen; het examen bestaat uit 38 vragen. Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

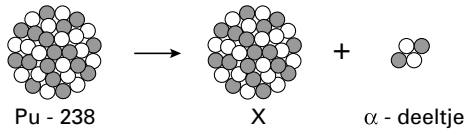
Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

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.

Energievoorziening in de ruimte

De laatste jaren zijn verschillende ruimtesondes gelanceerd om de planeten Jupiter en Saturnus te bestuderen.

Om de elektrische apparatuur in deze ruimtesondes van energie te voorzien wordt een hoeveelheid Pu-238 meegenomen. Pu-238 is radioactief. Bij het uiteenvallen van een kern van een atoom Pu-238 ontstaat een α -deeltje (2 protonen en 2 neutronen) en een kern van een atoom van element X.



2p **1** Is het uiteenvallen van Pu-238 een exotherm of een endotherm proces? Geef een verklaring voor je antwoord.

3p **2** Hoeveel protonen en hoeveel neutronen komen voor in de kern van een atoom van element X en wat is het symbool van element X?
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: ...
aantal neutronen: ...
symbool: ...

In de ruimtesonde Galileo zijn de stoffen $C_2H_8N_2$ en N_2O_4 aanwezig voor gebruik in de stuurraketjes. Als deze stoffen met elkaar reageren ontstaan koolstofdioxide, water en stikstof. Bij de lancering had de ruimtesonde Galileo $1,8 \cdot 10^5$ gram $C_2H_8N_2$ aan boord.

3p **3** Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als $C_2H_8N_2$ en N_2O_4 met elkaar reageren.

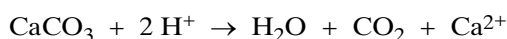
3p **4** Bereken het aantal gram N_2O_4 dat minimaal nodig is om $1,8 \cdot 10^5$ gram $C_2H_8N_2$ te laten reageren.

Schelp

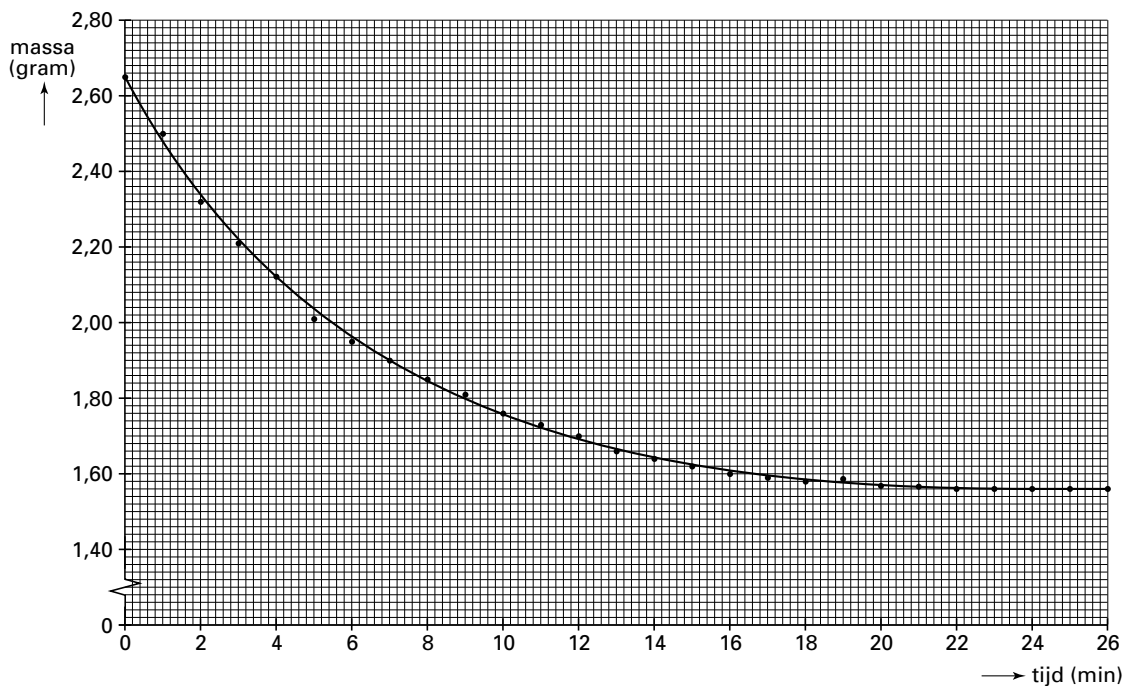
Een schelp bestaat voornamelijk uit calciumcarbonaat. Er zijn verschillende manieren om het massapercentage calciumcarbonaat in een schelp te bepalen. Eén manier is om de schelp te laten reageren met een overmaat sterk zuur waarbij het gas dat ontstaat, wordt opgevangen. Uit de hoeveelheid gas die is ontstaan, kan berekend worden hoeveel calciumcarbonaat heeft gereageerd.

2p **5** Teken een opstelling die geschikt is om de hoeveelheid gas die bij deze reactie ontstaat, op te vangen en te meten.

In plaats van het gas op te vangen bepalen Bianca en Hesja de massa-afname van het reactievat met inhoud. Deze massa-afname is het gevolg van het ontwijken van het gas dat ontstaat. Bianca en Hesja gebruiken deze methode bij het bepalen van het massapercentage calciumcarbonaat in een bepaald soort schelp. Zij plaatsen een bekeerglas met 200 mL 2 M zoutzuur (een overmaat) op een balans en zetten de balans op nul. Vervolgens brengen ze op tijdstip $t = 0$ minuten hun schelp in het bekeerglas met zoutzuur. De volgende reactie treedt op:



Bianca en Hesja noteren iedere minuut de massa die de balans aangeeft. Van hun resultaten maken ze een diagram dat er als volgt uitziet:



- 1p **6** Hoe is aan het diagram te zien dat de reactiesnelheid tijdens de proef afneemt?

Met de waarden die uit het diagram zijn af te lezen, is het massapercentage calciumcarbonaat in de onderzochte schelp te berekenen.

- 3p **7** Bereken met behulp van het diagram hoeveel mol CO_2 bij de reactie uit het bekglas is ontweken.
 2p **8** Bereken het massapercentage calciumcarbonaat in de onderzochte schelp. Neem bij de berekening aan dat al het gevormde CO_2 uit de oplossing is ontweken.

Bij de bespreking van de resultaten van Bianca en Hesja wijst hun docent op het feit dat tijdens de proef een deel van het CO_2 oplost in de gebruikte zure oplossing. Daardoor is het massapercentage dat zij hebben berekend niet juist.

- 2p **9** Hebben Bianca en Hesja hierdoor een te hoog of een te laag massapercentage berekend? Geef een verklaring voor je antwoord.

Bianca en Hesja doen een tweede experiment met een zelfde soort schelp met dezelfde massa. Ze gebruiken bij dit tweede experiment 100 mL 4 M zoutzuur. Bij hun eerste experiment gebruikten ze 200 mL 2 M zoutzuur. Bianca en Hesja vergelijken de reactiesnelheid bij het eerste en bij het tweede experiment door te kijken naar de massa-afname bij beide experimenten gedurende de eerste vier minuten. Bij het eerste experiment gaf de balans op tijdstip $t = 4$ minuten een massa van 2,12 gram aan.

- 2p **10** Geeft de balans bij het tweede experiment op $t = 4$ minuten een massa aan die kleiner dan, gelijk aan of groter dan 2,12 gram is? Geef een verklaring voor je antwoord.

tekstfragment

Explosie in het ruim

1 Op een koude winterdag in 1996 vond er
2 in het ruim van het Turkse schip Onal
3 een enorme explosie plaats. Het ruim
4 waarin de ontploffing plaatsvond, was
5 gevuld met „ijzererts”. De bemanning
6 vroeg zich verbaasd af: „Kan ijzererts
7 exploderen?”
8 Er had een explosie plaatsgevonden die
9 zoveel kracht had dat een twee ton
10 zware deksel van het ruim twee meter
11 opzij was verplaatst. Een blik boven in
12 het ruim onthulde een nog groter
13 probleem: enkele vierkante meters van
14 de ijzerpellets (bolletjes) waren
15 roodgloeiend.
16 Na enige telefoontjes werd duidelijk dat
17 de lading niet bestond uit ijzererts maar
18 uit het zogenoemde „Direct Reduced
19 Iron” (DRI).

Niet alle ijzer wordt op dezelfde wijze geproduceerd

20 De traditionele manier van produceren
21 van ijzer gebeurt door in hoogovens
22 ijzererts (ijzer(III)oxide) bij hoge
23 temperatuur met koolstofmono-oxide te
24 laten reageren, waarbij koolstofdioxide
25 en vloeibaar ijzer ontstaan.
26 Tegenwoordig wordt ijzer ook

27 geproduceerd door ijzererts tot 850 °C te
28 verhitten in aanwezigheid van zowel
29 koolstofmono-oxide als waterstof. Bij dit
30 proces ontstaan ijzer, koolstofdioxide en
31 water. Het ijzer dat hierbij ontstaat, wordt
32 DRI genoemd. DRI-pellets zijn uiterst
33 poreus, in tegenstelling tot ijzer dat
34 volgens de traditionele manier wordt
35 gemaakt.

Spontane ontbranding

36 Onder bepaalde omstandigheden kan
37 het DRI teruggeoxideerd worden tot
38 ijzer(III)oxide. In de meeste gevallen
39 reageert zuurstof langzaam met ijzer
40 omdat de warmte die daarbij vrijkomt
41 gemakkelijk kan ontsnappen. Wanneer
42 onder in de lading DRI reageert, stijgt de
43 temperatuur snel, waardoor de reactie
44 wordt versneld. Als ook water aanwezig
45 is, neemt de oxidatiesnelheid nog eens
46 met een factor 100 toe. Bij hoge
47 temperatuur vindt nog een andere
48 reactie plaats: ijzer reageert met water
49 waarbij waterstofgas wordt gevormd, dat
50 zich met de aanwezige lucht mengt. Er
51 ontstaat dan een explosief gasmengsel.
52 Een vonkje kan een explosie doen
53 ontstaan. Dat is wat er gebeurde in het
54 ruim van de Onal op die kille winterdag.

naar: *Chemical Matters*

Uit het tekstfragment blijkt dat de Onal geen ijzererts, maar DRI-pellets vervoerde.

2p 11 Geef de formule van de stof waaruit DRI-pellets bestaan.

In het tekstfragment is sprake van een traditionele manier van produceren van ijzer (de regels 20 tot en met 25). Met behulp van een gegeven uit BINAS kan beredeneerd worden hoe hoog de temperatuur in een hoogoven bij deze traditionele manier van ijzerproductie minimaal moet zijn.

2p 12 Geef dat gegeven uit BINAS en beredeneer hoe hoog de temperatuur in een hoogoven bij deze traditionele manier van produceren van ijzer minimaal moet zijn.

3p 13 Geef de vergelijking van de reactie van ijzer(III)oxide en koolstofmono-oxide die plaatsvindt bij de traditionele manier van produceren van ijzer.

Wanneer het schip ijzer had bevat dat op de traditionele manier geproduceerd was, dan had het ongeluk niet plaatsgevonden.

2p 14 Leg uit waardoor een DRI-pellet sneller met zuurstof reageert dan een even zwaar bolletje ijzer dat op de traditionele manier is gemaakt. Maak bij je antwoord gebruik van gegevens uit het tekstfragment.

De reactie van ijzer met water waarbij waterstof wordt gevormd (de regels 48 en 49) is een redoxreactie. Onder normale omstandigheden ($T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$) vindt deze reactie niet plaats.

- 2p **15** Leg uit, met behulp van gegevens uit BINAS, dat onder normale omstandigheden geen waterstof wordt gevormd als ijzer in contact komt met water.
- 2p **16** Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als het gasmengsel (regel 52) explodeert.
- De gloeiende lading in het ruim van de Onal moest worden gekoeld. Men besloot hiervoor vloeibare stikstof te gebruiken. Men kon geen water gebruiken omdat dan opnieuw een gevaarlijke situatie zou kunnen ontstaan.
- 1p **17** Geef aan waarom het gebruik van water om de gloeiende lading te koelen gevaar zou kunnen opleveren.

Maagzuur

De pH in ons lichaam is nergens zo laag als in onze maag. Doordat cellen in de maagwand zoutzuur (maagzuur) afgeven, krijgt de maaginhoud een pH van ongeveer 1,5. Deze lage pH is onder meer noodzakelijk voor het optimaal functioneren van het enzym pepsine.

- 2p **18** Hoe groot is $[\text{H}^+]$ in een oplossing met $\text{pH} = 1,5$? Geef je antwoord in één significant cijfer.

Sommige mensen hebben last van teveel maagzuur. Om dit te bestrijden worden onder andere middelen gebruikt die magnesiumhydroxide bevatten. Magnesiumhydroxide reageert snel met het maagzuur en heeft dus een directe werking. In een artikel over het gebruik van middelen tegen maagzuur wordt gesteld dat door een snelwerkend middel per keer niet meer dan 10 mmol H^+ mag wegreageren. Als er meer H^+ wegreageert, stijgt de pH teveel en wordt het enzym pepsine minder actief. Een pil van een bepaald merk bevat 200 mg magnesiumhydroxide, $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

- 3p **19** Geef de vergelijking van de reactie tussen vast magnesiumhydroxide en zoutzuur.
- 3p **20** Laat door een berekening zien of pepsine minder actief wordt als bovenbedoelde pil wordt ingenomen. Neem bij de berekening aan dat de pil geen andere stof bevat die met maagzuur reageert.

Elektrolytische bereiding van ammoniak bij 600 graden Celsius

- 1 De Duitse chemicus Haber ontwikkelde in het begin van de 20^e eeuw een proces
2 waarin bij hoge temperatuur en druk én in aanwezigheid van een ijzerkatalysator
3 ammoniak wordt gevormd uit waterstof en stikstof. Nog altijd worden de 100 miljoen
4 ton ammoniak per jaar, die onder meer gebruikt worden als grondstof voor kunstmest,
5 voornamelijk op deze manier geproduceerd.
6 Twee Griekse chemici ontwikkelden een methode om bij gewone atmosferische druk
7 waterstof en stikstof met elkaar te laten reageren in een elektrolyse-opstelling.
8 Bij elektrolyse wordt steeds vaker gebruik gemaakt van vaste elektrolyten die ionen
9 doorlaten. De onderzoekers wisten te bewerkstelligen dat bij temperaturen rond de
10 600 °C de waterstofmoleculen aan het oppervlak van de ene elektrode hun elektronen
11 kwijtraken, waarna ze zich als positieve ionen door de vaste elektrolyt naar de andere
12 elektrode begeven om daar te reageren met stikstof uit de lucht. Deze reactie is vele
13 malen sneller dan die tussen neutraal waterstof en stikstof. Het is echter wel zaak om
14 te voorkomen dat het eenmaal gevormde ammoniak weer ontleedt. Daarom werd
15 alleen de bodem van de vaste elektrolyt heet genoeg gestookt om de reactie te laten
16 plaatsvinden en werd de rest zorgvuldig buiten het fornuis gehouden. De ammoniak
17 was zo te koud om terug te reageren.

naar: NRC Handelsblad

In de eerste alinea van de tekst wordt de bereiding van ammoniak (NH₃) volgens Haber beschreven.

- 2p **21** Stel met behulp van gegevens uit de regels 1 tot en met 3 de reactievergelijking op voor de vorming van ammoniak.

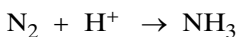
Kunstmest bevat onder andere ammoniumnitraat. Ammoniumnitraat ontstaat door reactie van ammoniak met een zuur.

- 2p **22** Geef de formule en de naam van dit zuur.
Noteer je antwoord als volgt:
formule: ...
naam : ...

Bij de nieuwe methode wordt ammoniak door middel van elektrolyse bereid. In de regels 9, 10 en 11 wordt de halfreactie waarbij waterstof wordt omgezet, beschreven.

- 2p **23** Vindt deze halfreactie plaats aan de positieve of aan de negatieve elektrode? Geef een verklaring voor je antwoord.

Aan de andere elektrode reageren de waterstofionen met stikstof. Deze halfreactie is hieronder gedeeltelijk weergegeven:



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

- 2p **24** Neem de vergelijking over, zet e⁻ aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

In regel 2 en regel 10 staat dat beide processen voor de ammoniakbereiding bij hoge temperatuur worden uitgevoerd. De productie van ammoniak bij hoge temperatuur heeft een nadeel dat men bij het tweede proces heeft weten op te lossen.

- 1p **25** Noem een in de tekst gegeven nadeel van ammoniakproductie bij hoge temperatuur.

Beide processen voor ammoniakbereiding worden in de praktijk toch bij hoge temperatuur uitgevoerd. De reden hiervoor wordt niet in de tekst genoemd.

- 1p **26** Geef een reden waarom deze ammoniakbereidingen bij hoge temperatuur worden uitgevoerd.

Kunststofverpakkingen

Polyproppeen (PP) is een polymeer dat onder andere gebruikt wordt als verpakkingsmateriaal.

- 3p **27** Geef een stukje uit het midden van een polyproppeenmolecuul in structuurformule weer. Het stukje moet drie monomeereenheden bevatten.

- 2p **28** Is polyproppeen een thermoplast of een thermoharder? Geef een verklaring voor je antwoord.

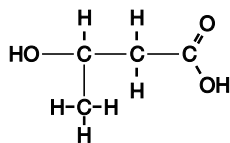
Verpakkingsmaterialen zoals polyproppeen kunnen verbrand of gerecycled worden. Sommige deskundigen vinden verbranding de beste oplossing, anderen zijn voor recycling.

- 2p **29** Met welk standpunt ben jij het eens? Geef twee argumenten die je keuze ondersteunen.

Wanneer polyproppeen in het milieu terechtkomt, wordt het niet of nauwelijks afgebroken. Daarom wordt in een aantal landen het inzamelen van polyproppeen en andere kunststoffen gestimuleerd. Om de kunststoffen te kunnen recyclen, moeten ze gesorteerd worden bij het inzamelen. Om die reden zijn ze voorzien van een zogenoemd recycleersymbool.

- 2p **30** Schets het recycleersymbool van polyproppeen.

Een polymeer dat over eigenschappen beschikt die vergelijkbaar zijn met de eigenschappen van polyproppeen, maar dat wel biologisch afbreekbaar is, is PHB. PHB ontstaat door polymerisatie van stof A. Stof A heeft de volgende structuurformule:



- 4p **31** Geef de systematische naam van stof A.

In de eerste stap van de polymerisatie worden twee moleculen van stof A aan elkaar gekoppeld. Daarbij ontstaat een ester.

- 3p **32** Geef de vergelijking van deze reactie. Geef de koolstofverbindingen weer in structuurformules.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Snijbloemenvoedsel

Wanneer je een bos bloemen koopt, krijg je er soms een zakje snijbloemenvoedsel van het merk Chrysal bij. Het zakje bevat een wit poeder, dat je in water moet oplossen. Op het zakje staat niet uit welke stoffen Chrysal bestaat.

Hans en Grietje willen meer te weten komen over de samenstelling van Chrysal.

Ze vermoeden dat er zouten en organische stoffen in zitten. Om dit te onderzoeken doen ze de volgende twee proeven.

Proef 1: Zij lossen een deel van het Chrysal op in gedestilleerd water en gaan na of de oplossing elektrische stroom geleidt. De oplossing blijkt de elektrische stroom te geleiden.

Proef 2: Zij doen een deel van het Chrysal in een porseleinen schaalje en verhitten dit vervolgens enige tijd. Er treedt een reactie op waarbij een zwarte stof ontstaat.

2p **33** Leg uit aan de hand van de deeltjes waaruit een zout is opgebouwd, waarom een oplossing van een zout stroom geleidt en een zout in de vaste fase dat niet doet.

1p **34** Geef de naam van het element dat in elke organische stof voorkomt.

1p **35** Leg uit waarom het resultaat van proef 2 een aanwijzing kan zijn voor de aanwezigheid van een organische stof.

Om de Chrysaloplossing verder te onderzoeken, brengen Hans en Grietje een beetje van deze oplossing in drie reageerbuizen. Aan elk van deze reageerbuizen voegen ze een oplossing van een zout toe en noteren de waarnemingen. De resultaten van dit onderzoek zijn hieronder weergegeven.

buis	toegevoegde oplossing	waarneming
1	kopernitraatoplossing	blijft helder
2	bariumnitraatoplossing	wordt troebel
3	zilvernitraatoplossing	wordt troebel

Om de waarnemingen te verklaren, gebruiken ze tabel 45A van BINAS. In tabel 45A komt slechts één ionsoort voor die deze drie waarnemingen kan veroorzaken, als die ionsoort in de Chrysaloplossing aanwezig is.

3p **36** Geef de naam van deze ionsoort. Leg uit hoe je tot je antwoord bent gekomen.

Vervolgens gebruiken Hans en Grietje een ander gedeelte van de Chrysaloplossing voor een elektrolyse-experiment. Tijdens de elektrolyse is bij de positieve elektrode een zwakke geur van chloor waar te nemen. Uit deze waarneming concluderen Hans en Grietje dat de Chrysaloplossing ook chloride-ionen bevat.

2p **37** Geef de vergelijking van de halfreactie die optreedt aan de positieve elektrode.

Op grond van het resultaat van proef 2 nemen Hans en Grietje aan dat Chrysal organische stoffen bevat. Omdat zij willen weten welke organische stof in Chrysal zit, vragen zij aan verschillende bloemisten of die kunnen zeggen wat er in een zakje Chrysal zit. Soms krijgen ze het antwoord „suikers” en ook een keer „maïs-dextrose”.

Dextrose kan aangetoond worden met een oplossing die fehling'sreagens heet. Deze oplossing bevat onder andere koper(II)ionen, die bij de reactie met dextrose omgezet worden in vast koper(I)oxide. Hans en Grietje voegen wat fehling'sreagens toe aan een deel van hun Chrysaloplossing en verwarmen het mengsel volgens voorschrift. Ze nemen een kleurverandering waar en concluderen daaruit dat in Chrysal dextrose aanwezig is.

2p **38** Welke kleurverandering hebben Hans en Grietje waargenomen?
Gebruik bij je antwoord gegevens uit BINAS. Noteer je antwoord als volgt:
kleur voor reactie: ...
kleur na reactie: ...

Einde