

Voor dit examen zijn maximaal 80 punten te behalen; het examen bestaat uit 34 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 kwik

tekst-
fragment 1

Er verschenen de afgelopen jaren met enige regelmaat artikelen over 'rood kwik' in de pers, zonder dat bewijzen boven tafel kwamen over het bestaan ervan, of over de vermeende chemische eigenschappen. Rood kwik is een chemische verbinding met de formule $\text{Hg}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$. Er zou een kleine kernfusiebom mee gemaakt kunnen worden, een soort atoombom in broekzakformaat, luidt een van de claims. Dr. D. IJdo, werkzaam aan de Rijksuniversiteit Leiden, lacht

meewarig om de vermeende eigenschappen. Vanwege de hardnekkige berichtgeving heeft hij het maar eens door een van zijn studenten laten maken. De bereiding is eenvoudig: eerst zuiver kwikoxide (HgO) en antimoonoxide (Sb_2O_3) in de juiste hoeveelheden mengen; daarna het mengsel verhitten in een atmosfeer met alleen zuurstof en klaar is Kees. Na twee dagen is er zuiver $\text{Hg}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ gevormd. „We hebben een grammetje gemaakt”, zegt IJdo laconiek.

naar: de Volkskrant

Rood kwik kan worden opgevat als een zout dat bestaat uit drie ionsoorten: O^{2-} ionen, Hg^{2+} ionen en antimoonionen.

2p 1 Leid uit de formule van rood kwik de lading van deze antimoonionen af.

Het is echter waarschijnlijker dat rood kwik bestaat uit Hg^{2+} ionen en samengestelde ionen met de formule $\text{Sb}_2\text{O}_7^{4-}$.

2p 2 Hoeveel protonen en hoeveel elektronen bevat een ion $\text{Sb}_2\text{O}_7^{4-}$?

Noteer je antwoord als volgt:

aantal protonen: ...

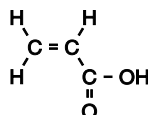
aantal elektronen: ...

3p 3 Geef de reactievergelijking voor de vorming van rood kwik volgens de beschreven bereidingswijze.

3p 4 Bereken hoeveel gram kwikoxide minimaal nodig is om 1,0 gram rood kwik op de beschreven wijze te bereiden.

Wegwerpluiers

Sommige polymeren hebben de eigenschap dat ze water absorberen. Een polymeer met deze eigenschap kan door additiepolymerisatie gevormd worden uit het monomeer met de volgende structuurformule:



3p 5 Geef de systematische naam van dit monomeer.

3p 6 Teken een stukje uit het midden van de structuurformule van het polymeer dat uit dit monomeer gevormd wordt. In het getekende stukje moeten drie monomeer-eenheden zijn verwerkt.

Het vochtabsorberende vermogen wordt sterk vergroot als men dit polymeer laat reageren met natronloog. Het ontstane polymeer, dat kan worden weergegeven met de formule $(-C_2H_3COONa)_n$, kan per monomeer-eenheid 300 watermoleculen opnemen! Dit polymeer wordt gebruikt als vochtabsorberend materiaal in wegwerpluiers. In een bepaalde wegwerpluier is 25,0 gram van dit polymeer $(-C_2H_3COONa)_n$ verwerkt.

- 3p **7** Bereken hoeveel gram water door het polymeer van deze wegwerpluier kan worden opgenomen.

Magnesium(oxide)

Magnesium is een onedel metaal. Wanneer het in contact met de lucht wordt bewaard, wordt het al snel bedekt met een laagje magnesiumoxide (MgO).

- 2p **8** Geef de vergelijking van de reactie van magnesium tot magnesiumoxide.

Magnesium reageert ook snel met oplossingen van sterke zuren. Bij de redoxreactie die dan optreedt, ontstaat waterstofgas en er komt een aanzienlijke hoeveelheid warmte vrij.

- 3p **9** Geef de vergelijking van de reactie van magnesium met een oplossing van een sterk zuur.

- 2p **10** Teken een energiediagram van de reactie van magnesium met een oplossing van een sterk zuur. Vermeld de termen *beginstoffen* en *reactieproducten* bij de juiste energieniveau's.

Om te bepalen hoeveel warmte er vrijkomt als magnesium met zoutzuur reageert, voeren Ludo en Janine de volgende proef uit:

Zij doen 50 mL zoutzuur in een goed geïsoleerd bekeerglas. De temperatuur van het zoutzuur is 18,0 °C. In dit zoutzuur wordt 0,15 gram zuiver magnesiumlint gebracht. Bijna onmiddellijk zien ze belletjes ontstaan. Als al het magnesium gereageerd heeft, meten ze de temperatuur van de ontstane oplossing; deze blijkt 31,2 °C te zijn.

- 2p **11** Bereken de energie in J die door deze oplossing is opgenomen. Neem bij de berekening aan dat de dichtheid van het zuur en van de oplossing 1,0 g mL⁻¹ is, dat de soortelijke warmte van de oplossing 4,2 J g⁻¹ K⁻¹ is en dat er geen warmte-uitwisseling met het bekeerglas plaatsvindt.

- 3p **12** Bereken met behulp van de uitkomst van vraag 11 de reactiewarmte van de reactie van magnesium met zoutzuur in J per mol magnesium. Geef daarbij ook het teken aan.

De TOA (amanuensis) vindt in een oud doosje een hoeveelheid magnesium dat er niet best uitziet: het is duidelijk dat het voor een aanzienlijk deel is omgezet in magnesiumoxide. Omdat deze TOA zuinig is, wil hij het materiaal nog wel gebruiken. Hij wil weten hoeveel magnesium het materiaal nog bevat. Hij vraagt aan Ludo en Janine om het massapercentage magnesium in dit materiaal te bepalen.

Ludo en Janine bouwen een opstelling waarmee het gas dat ontstaat bij de reactie van magnesium met zoutzuur, kan worden opgevangen. Dan laten ze een stukje van 0,15 gram van het magnesium dat met magnesiumoxide bedekt is, reageren met een overmaat zoutzuur. Na het uitvoeren van de proef hebben Ludo en Janine gemeten dat er 89 cm³ waterstofgas is ontstaan.

Met het gegeven dat uit 1 mol magnesium 1 mol waterstof ontstaat, kan het massapercentage magnesium berekend worden.

- 3p **13** Bereken het massapercentage magnesium in het onderzochte stukje materiaal. Neem hierbij aan dat $V_m = 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Bij de proef van Ludo en Janine reageert het aanwezige magnesiumoxide ook met het zoutzuur. Deze reactie heeft bij deze proef echter geen invloed op de bepaling van de hoeveelheid magnesium in het materiaal.

- 1p **14** Geef aan waarom deze reactie geen invloed heeft op de bepaling.

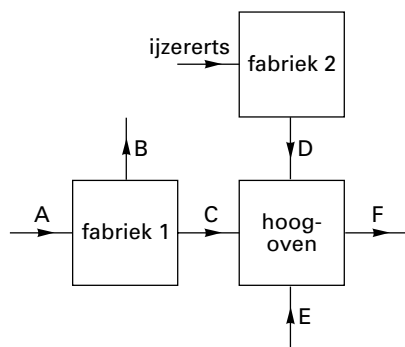
Hoogoven

- tekstfragment 2
- 1 Het hoogovenproces vereist een aantal grote gescheiden fabrieken onder meer voor de
2 productie van cokes en de voorbehandeling van ijzererts. Cokes wordt gemaakt door
3 steenkool te verhitten, waarbij vluchtige componenten zoals teer en benzeen eruit
4 worden gehaald. Van het ijzererts worden bolletjes -pellets- gemaakt, die een
5 warmtebehandeling krijgen om ze compacter te maken.
6 Daarna gaan de cokes en de ijzerertspellets netjes gestapeld de oven in. Onder in de
7 oven wordt lucht geblazen waarmee de cokes wordt verbrand. Het koolstofmono-
8 oxidegas dat daarbij wordt gevormd, kan gemakkelijk door het poreuze cokes omhoog
9 en reageert met het ijzererts (Fe_2O_3) tot koolstofdioxide en ijzer. Het ijzer kan in
10 vloeibare vorm beneden worden afgetapt.

naar: de Volkskrant

In tekstfragment 2 wordt het productieproces van ijzer in een hoogoven beschreven. Hieronder is het blokschema van dit productieproces weergegeven. In het schema zijn de namen van een deel van de stoffen weergegeven met de letters A, B, C, D, E en F.

blok-
schema 1



- 3p 15 Welke stoffen worden aangeduid met de letters A, B, C, D, E en F?

Noteer je antwoord als volgt:

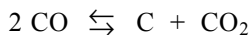
- A: ...
B: ...
C: ...
D: ...
E: ...
F: ...

In de regels 2, 3 en 4 van tekstfragment 2 staat op welke wijze cokes uit steenkool wordt gemaakt. Bij dit proces mag geen lucht aanwezig zijn.

- 2p 16 Leg uit waarom bij de productie van cokes geen lucht aanwezig mag zijn.

In de hoogoven wordt de cokes omgezet in koolstofmono-oxide.

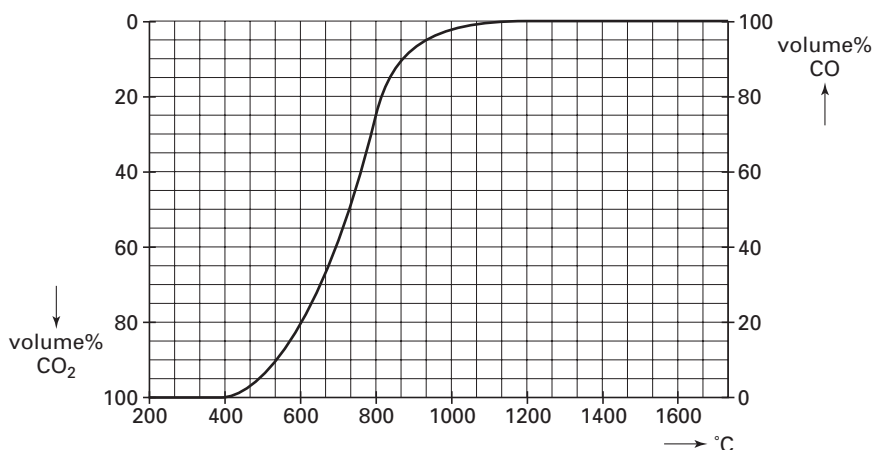
Bij bepaalde temperaturen kan het volgende evenwicht ontstaan:



- 3p 17 Geef de evenwichtsvoorwaarde van dit evenwicht.

In diagram 1 is aangegeven hoe de samenstelling van het evenwichtsmengsel afhangt van de temperatuur.

diagram 1



Uit het feit dat ijzer in vloeibare vorm ontstaat én de gegevens uit diagram 1 kan worden afgeleid hoeveel volumeprocent van het ontstane CO in de hoogoven kan worden omgezet in CO_2 door het verlopen van de bovenstaande evenwichtsreactie.

2p **18** Geef deze afleiding. Neem hierbij aan dat overal in de hoogoven dezelfde temperatuur heerst.

In de regels 7, 8 en 9 van tekstfragment 2 staat beschreven hoe het ijzererts (Fe_2O_3) wordt omgezet in ijzer (Fe).

2p **19** Leg uit aan de hand van de gegeven formules of bij de omzetting van ijzererts in ijzer een redoxreactie optreedt.

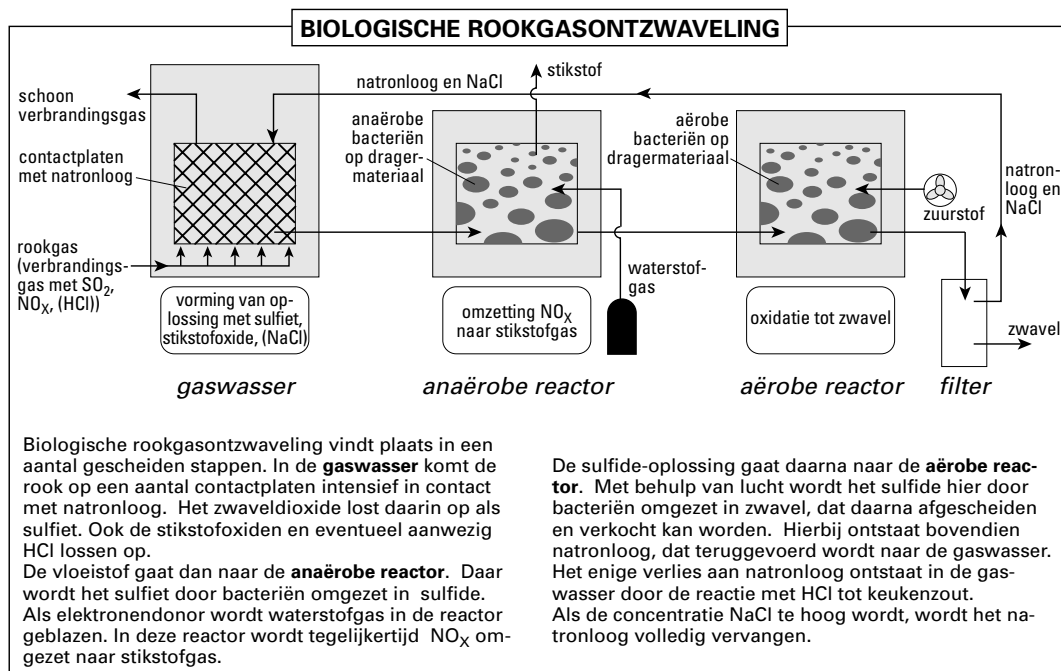
In een hoogoven wordt per jaar $2,0 \cdot 10^6$ ton Fe_2O_3 verwerkt.

3p **20** Bereken het aantal ton Fe dat maximaal kan worden gemaakt uit $2,0 \cdot 10^6$ ton Fe_2O_3 ($1,0$ ton = $1,0 \cdot 10^3$ kg).

Rookgasreiniging

Bij industriële processen kunnen gasvormige verbrandingsproducten ontstaan die belastend zijn voor het milieu. Deze verbrandingsproducten, meestal rookgassen genoemd, moeten worden behandeld alvorens ze de schoorsteen uit mogen. Hieronder is een deel van een artikel weergegeven waarin een mogelijke methode is beschreven.

artikel 1



naar: *Chemisch Weekblad*

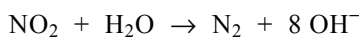
In de gaswasser wordt sulfiet (SO_3^{2-}) gevormd. Bij deze reactie ontstaat ook water.

- 3p **21** □ Geef de vorming van sulfiet in de gaswasser in een reactievergelijking weer.

Bij de beschrijving van het proces in de gaswasser staat: „Ook de stikstofoxiden en eventueel aanwezig HCl lossen op.” Het is niet juist dat HCl oplost.

- 2p **22** □ Geef een zin uit artikel 1 waaruit blijkt dat het niet juist is dat HCl oplost.

Een proces dat plaatsvindt in de anaërobie reactor is de omzetting van NO_2 tot N_2 . Dit is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie van de oxidator is hieronder gedeeltelijk weergegeven. Enige coëfficiënten en e^- zijn weggelaten.



- 3p **23** □ Neem deze vergelijking over, voeg aan de juiste kant van de pijl e^- toe en maak de vergelijking kloppend door de juiste coëfficiënten in te vullen.

In de aërobie reactor treedt ook een redoxreactie op. Daarbij is het sulfide de reductor.

- 2p **24** □ Geef de formule van de stof die in de aërobie reactor als oxidator optreedt.

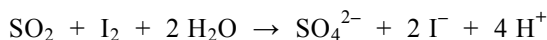
Uit de tekst en de bijbehorende tekening in artikel 1 kun je opmaken dat keukenzout niet op dezelfde manier van het natronloog kan worden afgescheiden als zwavel. Dit wordt veroorzaakt doordat keukenzout en zwavel verschillen in eigenschappen.

- 1p **25** □ Geef aan hoe het komt dat keukenzout niet door filtratie van het natronloog gescheiden kan worden.

Voordat het rookgas gezuiverd wordt, kan eerst het gehalte zwaveldioxide in het rookgas worden bepaald. Men leidt daartoe een hoeveelheid rookgas door een wasfles met een jood-oplossing waaraan wat zetmeel is toegevoegd.

- 1p **26** Welke kleur heeft een jood-oplossing waaraan zetmeel is toegevoegd?

De reactie van zwaveldioxide met jood is een redoxreactie. Deze reactie kan met de volgende vergelijking worden weergegeven:



- 2p **27** Geef de halfreacties van deze redoxreactie.

Noteer je antwoord als volgt:

halfreactie van de oxidator:

halfreactie van de reductor:

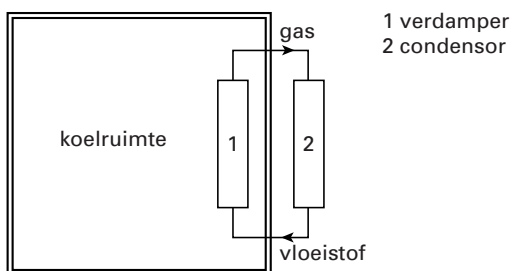
Bij een dergelijke bepaling werd het rookgas geleid door 50,0 mL 0,0102 M jood-oplossing. Na het doorleiden van 47,5 dm³ rookgas was de oplossing ontkleurd.

- 3p **28** Bereken het gehalte zwaveldioxide (in volumeprocent) in het onderzochte rookgas. Gebruik hierbij het gegeven dat bij deze omstandigheden geldt dat $V_m = 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Koelmiddel

In een koelinstallatie circuleert een koelmiddel in een gesloten kringloop zoals schematisch is weergegeven in figuur 1.

figuur 1

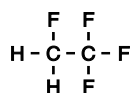


In de verdamper verdampt het koelmiddel. Hierdoor daalt de temperatuur in de koelruimte.

- 2p **29** Leg uit dat door het verdampen van het koelmiddel de temperatuur in de koelruimte daalt.

Als koelmiddel werden in het verleden CFK's gebruikt. CFK's zijn verbindingen van chloor, fluor en koolstof. Tegenwoordig mogen CFK's niet meer worden gebruikt, omdat ze de ozonlaag aantasten. Nu wordt in koelinstallaties vaak gebruik gemaakt van HFK's, die de ozonlaag niet aantasten. Dit zijn verbindingen van waterstof, fluor en koolstof. Een veel gebruikt koelmiddel is HFK-134a.

HFK-134a (CH₂F-CF₃) is een verbinding met de volgende structuurformule:

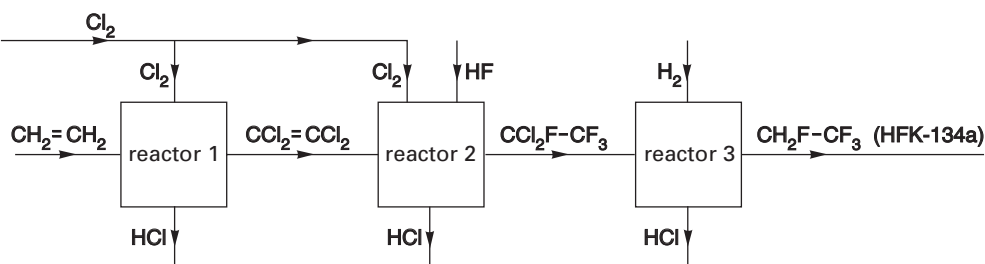


- 3p **30** Geef de systematische naam van HFK-134a.

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

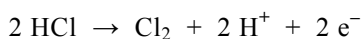
Bij de productie van HFK-134a is etheen een beginstof. De productie gebeurt in drie stappen die hieronder in een blokschema zijn weergegeven.

blok-
schema 2



- 2p **31** Is de reactie die plaatsvindt in reactor 1 een additiereactie of een substitutiereactie? Geef een verklaring voor je antwoord.
- 2p **32** Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt in reactor 2. Gebruik hierbij de formules zoals ze in blokschema 2 zijn weergegeven.
- 2p **33** Bereken aan de hand van blokschema 2 hoeveel mol HCl er in totaal ontstaat bij de productie van 1,0 mol HFK-134a uit etheen.

Er is een methode ontwikkeld voor de recycling van de grote hoeveelheid HCl die bij de productie van HFK-134a ontstaat. Bij deze methode wordt door middel van elektrolyse het gas HCl omgezet in H_2 en Cl_2 . Bij de elektrolyse wordt aan de ene elektrode het gas HCl omgezet in Cl_2 en H^+ . De vergelijking van deze halfreactie is:



Het H^+ dat ontstaat, gaat naar de andere elektrode en wordt omgezet in H_2 .

- 2p **34** Vindt de omzetting van HCl in Cl_2 en H^+ plaats aan de positieve of aan de negatieve elektrode? Geef een verklaring voor je antwoord.

Einde