EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1984

Woensdag 13 juni, 9.00–12.00 uur

SCHEIKUNDE

DIT EXAMEN BESTAAT VOOR IEDERE KANDIDAAT UIT ACHT OPGAVEN.

De opgaven 1 t/m 6 moeten door alle kandidaten worden gemaakt.

Daarnaast maakt iedere kandidaat òf de opgaven 7RL en 8RL, òf de opgaven 7CM en 8CM.

- De opgaven 7RL en 8RL zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten, opgeleid volgens het gewone examenprogramma (het zogenaamde Rijksleerplan).
- De opgaven 7CM en 8CM zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten, opgeleid volgens het experimentele programma van de voormalige Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde (CMLS).

Een aantal vragen is gemerkt met een sterretje (*).

In het algemeen zal goede beantwoording van zo'n vraag tweemaal zoveel punten opleveren als een volledig juist antwoord op een vraag zonder sterretje.

Er kunnen zich omstandigheden voordoen die het noodzakelijk maken voor enkele vragen daarvan af te wijken.

→

De hierna volgende opgaven 1 tot en met 6 moeten door *alle* kandidaten worden gemaakt.

1. Het metaal rhodium (symbool Rh, atoomnummer 45) komt in de natuur voor in de vorm van de isotoop met massagetal 103.

   a. Hoeveel protonen en hoeveel neutronen bevat de kern van een dergelijk rhodiumatoom?

   Rhodium wordt soms toegepast in het uitlaatsysteem van auto's. De schadelijke gassen die in benzinemotoren ontstaan, worden dan in aanwezigheid van rhodium naverbrand. Het rhodium wordt bij dit naverbranden niet aangetast.
   De naverbrandingsreacties verlopen zonder de aanwezigheid van rhodium niet of alleen bij zeer hoge temperatuur.

   b. Hoe noemt men de functie die rhodium vervult bij dit naverbranden?

   Van rhodium is onder andere een verbinding bekend met de formule $Rh(NH_3)_6Cl_3(s)$.

   c. Beredeneer welke lading het rhodiumdeeltje in deze verbinding heeft.

2. Sommige reinigingsmiddelen bevatten een stof waaruit bij het oplossen in water zuurstof ontstaat.

   a. Hoe kan men aantonen dat het ontstane gas zuurstof is?

   Men wil de snelheid van de zuurstofontwikkeling onderzoeken. Daartoe brengt men een hoeveelheid reinigingsmiddel in een erlenmeyer waarin zich een laagje water bevindt. Vervolgens sluit men de erlenmeyer snel af en leidt het ontwijkende gas in een omgekeerde maatcilinder die gevuld is met water.

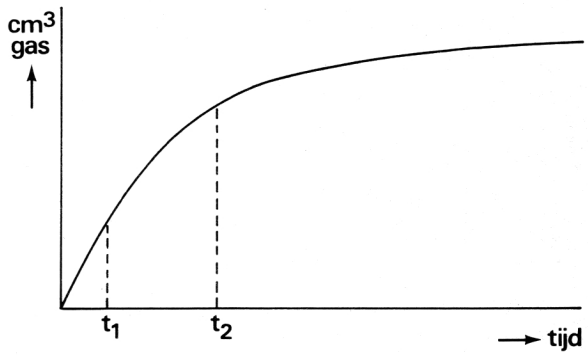
* *b.* Maak een tekening van de opstelling in de situatie waarin de zuurstofontwikkeling gaande is.

   Een gas dat op deze manier wordt opgevangen, bevat altijd een beetje waterdamp en is dus een gasmengsel.

   c. Leg uit of het gasmengsel dat in de maatcilinder wordt opgevangen, naast zuurstof en waterdamp nog andere gassen bevat.

   Tijdens de proef meet men op verschillende tijdstippen het aantal cm^3 opgevangen gas. Men verwerkt de metingen tot het nevenstaande diagram.

   d. Leg aan de hand van het diagram uit op welk van de tijdstippen t_1 en t_2 de *snelheid* van de zuurstofontwikkeling het grootst is.



   De stof waaruit zuurstof ontstaat, wordt natriumperboraat genoemd. Vroeger dacht men dat de formule van deze verbinding $NaBO_3.4\ H_2O$ was. Onderzoek heeft echter uitgewezen dat natriumperboraat een natriumzout van het zuur HBO_2 is. Per mol zout zijn in het kristalrooster één mol waterstofperoxide en drie mol water ingebouwd.

   e. Geef de formule van natriumperboraat die met deze gegevens in overeenstemming is.

3. Frisdranken bevatten vaak koolstofdioxide. Dit koolstofdioxide geeft met water een evenwichtsreactie waarbij onder andere waterstofcarbonaationen ontstaan.
Als gevolg van deze evenwichtsreactie heeft de drank een frisse, zure smaak. Wanneer men een fles frisdrank enige tijd geopend laat staan, verdwijnt de zure smaak.

* *a.* Geef de vergelijking van deze evenwichtsreactie en leg aan de hand hiervan uit dat de zure smaak verdwijnt als de fles open blijft staan.

Aan frisdranken wordt ook vaak benzoëzuur, C_6H_5COOH, toegevoegd om de groei van schadelijke bacteriën te remmen. De systematische naam van benzoëzuur is benzeencarbonzuur.

b. Geef de structuurformule van benzoëzuur.

Men kan benzoëzuur uit frisdranken afzonderen door de frisdrank te schudden met een hoeveelheid ether. Hierbij lost het benzoëzuur op in de etherlaag.

c. Geef de naam van deze scheidingsmethode.

Men heeft een hoeveelheid zuiver benzoëzuur en wil onderzoeken of benzoëzuur een sterk zuur of een zwak zuur is.

* *d.* Beschrijf een manier waarop men een dergelijk onderzoek kan uitvoeren en geef aan hoe men dan kan vaststellen of benzoëzuur een sterk zuur of een zwak zuur is.

4. Er zijn verschillende stoffen met de molecuulformule C_4H_7Cl; één daarvan is crotylchloride, $CH_3 - CH = CH - CH_2Cl$.

a. Geef de systematische naam van crotylchloride.

Crotylchloride kan worden gemaakt door 2-buteen te laten reageren met chloor.

b. Leg uit of de vorming van crotylchloride uit 2-buteen en chloor een additiereactie of een substitutiereactie is.

Bij deze reactie van 2-buteen met chloor ontstaat ook een andere stof met de formule C_4H_7Cl.

c. Geef de structuurformule van deze andere stof.

Bij de reactie tussen crotylchloride en kaliloog ontstaat een alkenol (onverzadigde alcohol) met de structuurformule $CH_3 - CH = CH - CH_2OH$.

d. Geef de vergelijking van deze reactie. Schrijf hierin de koolstofverbindingen in structuurformules.

Bij deze reactie ontstaat ook een andere alkenol.
Men verklaart het ontstaan van twee alkenolen aan de hand van het volgende reactieverloop:

– eerst splitst een molecuul crotylchloride een chloride-ion af:

$$CH_3-CH=CH-CH_2Cl \longrightarrow CH_3-CH=CH-CH_2^{\oplus} + Cl^{\ominus}$$

– het positief ion dat hierbij ontstaat, kan in een evenwichtsreactie worden omgezet in een soortgelijk positief ion:

$$CH_3-\underset{\oplus}{CH}-CH=CH_2$$

– op de plaats van de positieve lading hecht zich een OH^- ion.

e. Geef de structuurformule van de andere alkenol die ontstaat bij reactie tussen crotylchloride en kaliloog.

De verbinding $CH_2 = \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} - CH_2Cl$ reageert op overeenkomstige wijze met kaliloog.
Hierbij ontstaat echter maar één alkenol.

* *f.* Geef voor dit geval het reactieverloop in vergelijkingen weer en leg aan de hand hiervan uit dat hierbij slechts één alkenol ontstaat.

→

5. Verschillende voorwerpen die vroeger van metaal werden gemaakt, worden tegenwoordig uit kunststof vervaardigd. Vaak wordt aan zo'n voorwerp een metaalachtig uiterlijk gegeven.
Hierbij gaat men als volgt te werk. Eerst wordt het voorwerp met een dun laagje nikkel bedekt. Daartoe dompelt men het voorwerp in een oplossing die ionen $H_2PO_2^-(aq)$ bevat. Vervolgens voegt men een oplossing met nikkelionen toe. Er treedt nu een reactie op waarbij nikkel gevormd wordt dat zich op het voorwerp afzet. Bij deze reactie ontstaan ook ionen $H^+(aq)$ en ionen $H_2PO_3^-(aq)$.

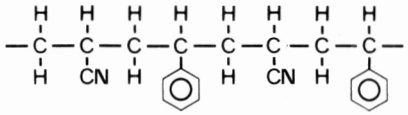
* *a.* Geef de vergelijking van deze reactie.

Het aldus aangebrachte laagje nikkel heeft geen mooie metaalglans. Door dit laagje nikkel is het echter mogelijk geworden het voorwerp te verchromen door elektrolyse van een oplossing van een chroomzout.

b. Leg uit dat het door het laagje nikkel mogelijk is geworden het voorwerp als elektrode te gebruiken.

c. Leg uit met welke pool van de spanningsbron het voorwerp bij het verchromen moet worden verbonden.

Een kunststof die op deze manier vaak wordt verchroomd, verkrijgt men door polymerisatie van twee onverzadigde verbindingen.
De structuurformule van een gedeelte van een ketenmolecuul van deze kunststof kan als volgt worden weergegeven:



d. Geef de structuurformules van de beide onverzadigde verbindingen waaruit de kunststof is ontstaan.

Om een kunststof te krijgen waarop het nikkel beter hecht, voegt men bij de polymerisatie wat 1,3-butadiëen, $CH_2 = CH - CH = CH_2$, toe. Als een molecuul 1,3-butadiëen in een keten wordt opgenomen, ontstaat de mogelijkheid dat deze keten gekoppeld wordt aan een andere keten.

e. Leg uit dat door het meepolymeriseren van 1,3-butadiëen de ketens aan elkaar gekoppeld kunnen raken.

6. Bij sommige industriële processen ontstaan stikstofoxiden: het kleurloze stikstofmonoxide en het bruine stikstofdioxide. Tussen deze gassen stelt zich in lucht het volgende evenwicht in:

$$2\ NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2\ NO_2(g)$$

a. Hoe luidt de evenwichtsvoorwaarde voor dit evenwicht?

Stikstofoxiden zijn schadelijk voor het milieu. Stikstofdioxide kan in lucht, in aanwezigheid van water, worden omgezet in salpeterzuur. Men kan dit proces weergeven met de vergelijking:

$$4\ NO_2(g) + O_2(g) + 2\ H_2O(l) \rightarrow 4\ H^+(aq) + 4\ NO_3^-(aq)$$

Dit is een van de processen die het zuur zijn van regenwater veroorzaken.

* *b.* Bereken de pH van de salpeterzuuroplossing die ontstaat wanneer men 1,00 cm^3 ($T = 273$ K; $p = p_0$) stikstofdioxide met voldoende zuurstof in één liter water brengt. Neem aan dat het vloeistofvolume hierbij niet verandert.

De opgaven 7RL en 8RL staan op blz. 5 en 6.
De opgaven 7CM en 8CM staan op blz. 7 en 8.

De volgende opgaven 7RL en 8RL zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten die volgens het gewone programma (het zogenaamde Rijksleerplan) zijn opgeleid.
De CMLS-kandidaten slaan deze vragen dus over en gaan verder met de opgaven 7CM en 8CM, die staan op blz. 7 en 8.

7RL. Benzine is een mengsel van koolwaterstoffen. Er komen onder meer alkanen in voor met 8 koolstofatomen per molecuul.

* *a.* Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van een alkaan met 8 koolstofatomen per molecuul.

Voor de verbranding in een automotor is het gewenst dat de benzine veel vertakte koolwaterstoffen bevat. Daarom is een industrieel proces ontwikkeld waarbij octaan wordt omgezet in 2,2,4-trimethylpentaan. Dit proces noemt men isomerisatie.

b. Waarom noemt men dit proces isomerisatie?

Bij de volledige verbranding van 1 mol 2,2,4-trimethylpentaan komt meer warmte vrij dan bij de volledige verbranding van 1 mol octaan.

* *c.* Leg uit of de omzetting van octaan in 2,2,4-trimethylpentaan een endotherm of een exotherm proces is.

Aan benzine worden vaak loodverbindingen toegevoegd. In Nederland bedraagt de toegestane hoeveelheid lood maximaal 0,40 gram per liter. Om het loodgehalte van benzine te controleren wordt 50 ml benzine zo bewerkt dat de aanwezige loodverbindingen worden omgezet in loodchromaat, $PbCrO_4$. Er ontstaat hiervan 16 mg.

* *d.* Laat door berekening zien of het loodgehalte van de onderzochte benzine de toegestane hoeveelheid overschrijdt.

→

8RL. Stephan wil het chloridegehalte van water uit de rivier de Maas bepalen.
Hij titreert daartoe een hoeveelheid van dit water met een zilvernitraatoplossing, waarbij de volgende reactie optreedt:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$$

Het equivalentiepunt van deze titratie is bereikt als geldt $[Ag^+] = [Cl^-]$.

a. Bereken met behulp van tabel 46 de waarde van $[Cl^-]$ in het equivalentiepunt.

Stephan gebruikt bij deze titratie een pipet die hij van tevoren heeft gespoeld.

b. Leg uit of de pipet moet worden voorgespoeld met gedestilleerd water of met het Maaswater.

Stephan titreert 100 ml Maaswater en heeft hiervoor 14,6 ml 0,0100 molair zilvernitraatoplossing nodig.

* *c.* Bereken hoeveel mg chloride-ionen in een liter Maaswater aanwezig is.

Het eindpunt van de titratie wordt vastgesteld met behulp van een indicator: een oplossing van kaliumchromaat, K_2CrO_4. Het eindpunt van de titratie is dan het moment waarop men de roodbruine kleur van het slecht oplosbare zilverchromaat ziet.

d. Geef de vergelijking van het ontstaan van dit neerslag.

In de hoeveelheid indicatoroplossing die Stephan bij de titratie heeft gebruikt, was 50 mg kaliumchromaat opgelost.
Neem aan dat het volume van het mengsel in het titratievat vlak voor de roodbruinkleuring 150 ml bedraagt.

e. Bereken de concentratie van de chromaationen vlak voor de roodbruinkleuring.

De titratie moet uitgevoerd worden in vrijwel neutraal milieu. In zuur milieu worden chromaationen omgezet in dichromaationen, $Cr_2O_7^{2-}$.

f. Leg aan de hand van een berekening van het oxidatiegetal van chroom in chromaationen en in dichromaationen uit of er bij deze omzetting sprake is van een redoxreactie.

EINDE RL-GEDEELTE

De volgende opgaven 7CM en 8CM zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten die volgens het experimentele programma van de CMLS zijn opgeleid.

7CM. Benzine is een mengsel van koolwaterstoffen. Er komen onder meer alkanen in voor met 8 koolstofatomen per molecuul.

* *a.* Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van een alkaan met 8 koolstofatomen per molecuul.

* *b.* Beredeneer hoe de entropie en de energie bij deze verbranding veranderen.

De verbranding van benzine is een aflopende reactie. Toch moet men benzine aansteken voor er verbranding plaatsvindt.

c. Teken een energieschema voor deze verbranding waaruit blijkt dat aansteken nodig is.

Aan benzine worden vaak loodverbindingen toegevoegd. In Nederland bedraagt de toegestane hoeveelheid lood maximaal 0,40 gram per liter. Om het loodgehalte van benzine te controleren wordt 50 ml benzine zo bewerkt dat de aanwezige loodverbindingen worden omgezet in loodchromaat, $PbCrO_4$. Er ontstaat hiervan 16 mg.

* *d.* Laat door berekening zien of het loodgehalte van de onderzochte benzine de toegestane hoeveelheid overschrijdt.

8CM. Om een basische oplossing van nauwkeurig bekende molariteit te maken, heeft men een base nodig die men goed in zuivere vorm kan afwegen.

a. Leg uit dat natriumhydroxide hiervoor niet geschikt is.

Natriumcarbonaat, $Na_2CO_3(s)$, is hiervoor wel geschikt.
Marion weegt 0,5120 g natriumcarbonaat af, lost deze hoeveelheid op in water en vult aan tot 100,0 ml.

b. Laat door berekening zien dat de molariteit van de natriumcarbonaatoplossing 0,04830 mol l^{-1} is.

Marion gebruikt deze natriumcarbonaatoplossing om de molariteit van zoutzuur te bepalen. Zij kiest hierbij voor de methode die men wegend titreren noemt. Hiertoe vult zij een injectiespuit met de natriumcarbonaatoplossing, nadat zij de injectiespuit van tevoren heeft gespoeld.

c. Leg uit of de injectiespuit moet worden voorgespoeld met gedestilleerd water of met de natriumcarbonaatoplossing.

Marion vult een andere injectiespuit met het zoutzuur waarvan zij de molariteit wil bepalen. Daarna bepaalt zij de massa van elk van beide gevulde spuiten.
Een deel van de inhoud van de spuit met zoutzuur brengt zij in een bekerglas en voegt hieraan enkele druppels van een oplossing van methyloranje als indicator toe. Vervolgens brengt zij zoveel van de natriumcarbonaatoplossing in het bekerglas dat de indicator duidelijk van kleur is veranderd.

d. Wat geldt voor de waarde van de pH van de oplossing na de kleurverandering van de indicator?

Uit het feit dat de indicator duidelijk van kleur is veranderd, blijkt dat Marion het eindpunt heeft overschreden.

e. Beschrijf op welke manier deze titratie voltooid kan worden.

Nadat Marion de titratie voltooid heeft, bepaalt zij opnieuw de massa's van de beide spuiten. De resultaten van haar wegingen zijn in de volgende tabel weergegeven:

	massa injectiespuit met 0,04830 molair natriumcarbonaat-oplossing	massa injectiespuit met zoutzuur
vóór titratie	6,512 gram	6,319 gram
na titratie	5,917 gram	5,132 gram

* *f.* Bereken de molariteit van het zoutzuur. Neem aan dat de dichtheid van beide oplossingen 1,000 g ml^{-1} is.

EINDE CM-GEDEELTE