

EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1984

Vrijdag 4 mei, 9.00–12.00 uur

SCHEIKUNDE

DIT EXAMEN BESTAAT VOOR IEDERE KANDIDAAT UIT TIEN OPGAVEN.

De opgaven 1 t/m 8 moeten door alle kandidaten worden gemaakt.

Daarnaast maakt iedere kandidaat òf de opgaven 9RL en 10RL, òf de opgaven 9CM en 10CM.

- De opgaven 9RL en 10RL zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten, opgeleid volgens het gewone examenprogramma (het zogenaamde Rijksleerplan).
- De opgaven 9CM en 10CM 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 8 moeten door *alle* kandidaten worden gemaakt.

1. Het element waterstof komt voor in de vorm van moleculen H_2 .
 - a. Welk type binding komt voor in een molecuul H_2 ?
Er bestaat een ion met formule H_2^+ .
 - b. Beredeneer hoeveel elektronen dit ion bevat.

2. Als men aluminiumpoeder en joodpoeder met elkaar laat reageren, ontstaat vast aluminiumjodide, $AlI_3(s)$.
 - a. Geef de vergelijking voor de vorming van aluminiumjodide uit de elementen.
Tijdens deze reactie ontwijkt er paarse jooddamp.
 - b. Leid hieruit af of de vorming van aluminiumjodide exotherm of endotherm is.

3. Men verricht tegenwoordig veel onderzoek aan kolenvergassing. Bij dit proces laat men koolstof bij hoge temperatuur reageren met waterdamp, waarbij een gasmengsel van koolstofmonoxide en waterstof wordt gevormd.
 - a. Geef de vergelijking van deze reactie.
 - b. Welke stoffen ontstaan bij verbranding van het verkregen gasmengsel?
Het door kolenvergassing verkregen gasmengsel bevat meestal ook wat waterstofsulfide, $H_2S(g)$. Het is wenselijk het waterstofsulfide uit het gasmengsel te verwijderen. Men kan waterstofsulfide verwijderen door het gasmengsel te leiden door een oplossing waarbij waterstofsulfide reageert met de opgeloste stof.
 - c. Noem een stof die daartoe geschikt is.

4. Als men propaan met chloor laat reageren, ontstaan verschillende substitutieproducten, onder andere de beide monochloorpropanen en een aantal dichloorpropanen.
 - * a. Geef de structuurformules van alle dichloorpropanen.
In deze opgave wordt er verder van uitgegaan dat alleen monochloorsubstitutieproducten ontstaan.
Men mengt 3,0 mol propaan met 0,50 mol chloor.
 - b. Leg aan de hand van de reactievergelijking uit dat hieruit maximaal 0,50 mol monochloorsubstitutieproducten kan ontstaan.
Het ontstane vloeibare mengsel van de monochloorpropanen bevat ook daarin opgelost propaan, dat niet heeft gereageerd.
Men wil dit propaan scheiden van het mengsel van de beide monochloorpropanen.
 - c. Hoe kan men deze scheiding uitvoeren?
In een molecuul propaan kunnen 8 H atomen worden vervangen.
Bij substitutie van sommige H atomen door Cl atomen ontstaat 1-chloorpropaan; bij substitutie van andere ontstaat 2-chloorpropaan.
Op grond hiervan kan men een bepaalde verhouding verwachten tussen de hoeveelheden 1-chloorpropaan en 2-chloorpropaan die bij deze substitutie ontstaan.
In het verkregen reactiemengsel is de hoeveelheid 1-chloorpropaan 1,5 maal zo groot als de hoeveelheid 2-chloorpropaan.
 - * d. Leg uit of de samenstelling van het reactiemengsel overeenkomt met de verwachte verhouding op grond van de aantallen H atomen.

5. Alkenen worden op grote schaal bereid door kraken van alkanen.
Zo kan bij kraken uit een molecuul pentaan onder andere een molecuul propene ontstaan.

a. Geef van deze kraakreactie de vergelijking in molecuulformules.

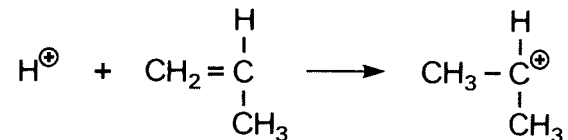
In het laboratorium worden alkenen gemaakt door water te onttrekken aan alkanolen. Zo kan etheen ontstaan uit ethanol. Op deze wijze kan men ook propene, $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$, bereiden.

b. Geef de structuurformules van de alkanolen waaruit op deze wijze propene kan ontstaan.

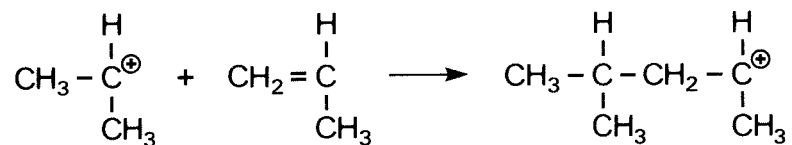
Men kan twee propene-moleculen aan elkaar koppelen. Dit proces verloopt in aanwezigheid van een sterk zuur en de gevormde stof wordt een dimeer genoemd.

Men neemt aan dat de vorming van dit dimeer in drie stappen verloopt:

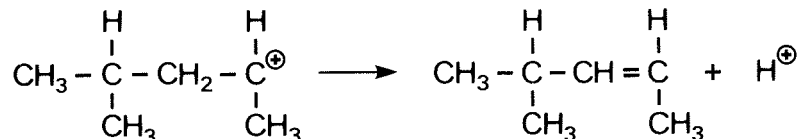
- I een waterstofion hecht zich aan een molecuul propene waardoor een positief geladen deeltje ontstaat:



- II dit gevormde positieve deeltje koppelt vervolgens aan een ander molecuul propene waarbij de positieve lading wordt verplaatst:



- III tenslotte wordt een waterstofion afgesplitst van een C atoom naast het C atoom dat de positieve lading draagt:



- c. Geef de naam van het gevormde dimeer.
d. Leg uit dat voor de bereiding van een grote hoeveelheid dimeer slechts weinig zuur nodig is.
In stap III kan ook een ander dimeer ontstaan.
e. Geef de structuurformule van dit andere dimeer.
* f. Leg uit dat bij een dergelijke reactie ook grotere moleculen dan dimeermoleculen kunnen worden gevormd.
6. Kalkwater is een oplossing die calciumionen en hydroxide-ionen bevat.
Kalkwater ontstaat als men calcium met water laat reageren.
- a. Leg uit dat calcium bij deze reactie reductor is.
Men elektrolyseert gedurende korte tijd kalkwater met behulp van platina elektroden. Neem aan dat hierdoor het volume van de oplossing niet verandert.
Na afloop constateert men dat de pH van de oplossing door de elektrolyse niet is veranderd.
- * b. Leg het constant blijven van de pH van de oplossing uit aan de hand van de vergelijkingen van de reacties aan de elektroden.



7. Een leerlinge krijgt de opdracht een onbekende, zuivere vloeistof te onderzoeken. Zij destilleert de vloeistof en meet daarbij regelmatig de temperatuur. Uit de temperatuurmetingen tijdens het destilleren concludeert zij dat de onbekende stof inderdaad een zuivere stof is.

a. Op grond waarvan kan de leerlinge uit de temperatuurmetingen deze conclusie trekken?

De leerlinge lost een beetje van de stof op in water. Met behulp van verschillende indicatoren onderzoekt zij de pH van de oplossing. Met thymolblauw krijgt de oplossing een gele kleur, met methylooranje een rode kleur.

b. Tussen welke grenzen ligt de pH van de oplossing?

Vervolgens lost de leerlinge verschillende hoeveelheden van de stof op. Van elke oplossing meet zij nauwkeurig de pH met behulp van een pH-meter. De resultaten van haar metingen staan in nevenstaande tabel.

opgeloste hoeveelheid stof in gram l^{-1}	gemeten pH
10,0	2,00
1,00	2,55
0,100	3,18

c. Leg uit dat uit de waarden in de tabel blijkt dat de onbekende stof *geen* sterk zuur is.

De leerlinge bepaalt vervolgens door middel van een titratie de molecuulmassa van het onbekende zuur. Daartoe neemt zij 25,0 ml van de oplossing waarin 10,0 gram zuur per liter is opgelost. Deze oplossing titreert zij met 0,100 molair natronloog.

Hiervan is 26,60 ml nodig.

- * d. Bereken de molecuulmassa van het zuur. Neem hierbij aan dat een molecuul van het zuur één ion H^+ kan afsplitsen.

8. Sommige stoffen noemt men „stikstofhoudend”.

Een voorbeeld van een stikstofhoudende stof is ammoniumsulfaat. Het karakteristieke deeltje voor deze stikstofhoudende stof is het ion NH_4^+ .

Er zijn ook stikstofhoudende stoffen waarin de stikstof in een ander ion dan NH_4^+ is gebonden.

a. Geef de formule van een dergelijk ion.

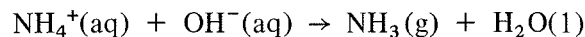
Veel meststoffen zijn stikstofhoudend.

Bij intensief gebruik hiervan komen veel ammoniumzouten in het slootwater. Bij het onderzoek van slootwater kan men het gehalte aan stikstof dat gebonden is in de vorm van ammoniumionen bepalen door middel van een titratie.

Dat kan als het slootwater per liter minimaal 5,0 mg stikstof in de vorm van ammoniumionen bevat.

b. Bereken het aantal mmol ammoniumionen in één liter slootwater als daarin 5,0 mg stikstof in de vorm van ammoniumionen aanwezig is.

Bij deze bepaling kookt men een monster slootwater met een overmaat natronloog van bekende molariteit; hierbij ontstaat ammoniak volgens:



De ammoniak wordt geleid in een overmaat zoutzuur van bekende molariteit. Het mengsel dat verkregen is na het inleiden van de ammoniak wordt vervolgens getitreerd.

Bij deze methode voor de bepaling van ammoniumionen wordt dus onder andere gebruik gemaakt van:

- eerst een overmaat natronloog van bekende molariteit
- later een overmaat zoutzuur van bekende molariteit.

- * c. Leg voor ieder van deze beide oplossingen uit of de gebruikte hoeveelheid nauwkeurig bekend moet zijn.

De opgaven 9RL en 10 RL staan op blz. 5.
De opgaven 9CM en 10 CM staan op blz. 6 en 7.

De volgende opgaven 9RL en 10RL 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 9CM en 10CM, die staan op blz. 6 en 7.

9RL. Een leerling onderzoekt de samenstelling van een toiletreiniger.

Van deze toiletreiniger is bekend dat hij grotendeels bestaat uit natriumwaterstofsulfaat, NaHSO_4 , en daarnaast geen andere zuren en basen bevat.

Hij weegt 1,60 gram toiletreiniger af, brengt de stof over in een maatkolf van 100 ml. Hij voegt wat water toe en lost de stof op door de kolf goed te schudden. Vervolgens vult hij de maatkolf met water aan tot de streep. Hierna wil hij pipetteren.

a. Leg uit of het noodzakelijk is de inhoud van de maatkolf na het aanvullen tot de streep nogmaals goed te schudden.

Hij pipetteert 10,00 ml van de oplossing uit de maatkolf en titreert deze oplossing met natronloog. De gebruikte hoeveelheid natronloog bevatte 1,13 mmol OH^- .

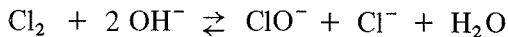
* b. Bereken het massapercentage natriumwaterstofsulfaat in de onderzochte toiletreiniger.

Er zijn toiletreinigers in de handel die, naast natriumwaterstofsulfaat, ook natriumwaterstofcarbonaat bevatten. Deze toiletreinigers lossen op in water onder gasontwikkeling.

c. Geef de vergelijking voor het ontstaan van het gas.

Bleekwater wordt ook vaak gebruikt als toiletreinigingsmiddel.

Bleekwater is een oplossing, waarin zich het volgende evenwicht heeft ingesteld:



Op de verpakking van bleekwater waarschuwt men ervoor dat bleekwater niet samen met sommige andere reinigingsmiddelen gebruikt mag worden. Er wordt dan namelijk chloorgas gevormd.

d. Leg met behulp van een evenwichtsbeschouwing uit dat er chloorgas wordt gevormd bij het gebruik van een zure toiletreiniger in combinatie met bleekwater.

10RL. Men wil uitgaande van het metaal ijzer een oplossing van *uitsluitend* ijzer(II)sulfaat bereiden.

* a. Beschrijf hoe men uitgaande van ijzer dit kan doen.

Men kan een ijzer(II)sulfaatoplossing ook verkrijgen door gekristalliseerd ijzer(II)sulfaat, $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, op te lossen in water. Men maakt op deze manier 0,500 liter 0,100 molair ijzer(II)sulfaatoplossing.

b. Bereken hoeveel gram $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ men daartoe moet afwegen.

In de verkregen oplossing van ijzer(II)sulfaat is het ijzer(II)ion gehydrateerd: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$. De oplossing is zuur door de reactie van het gehydrateerde ijzer(II)ion met water. Hierbij ontstaat onder meer een deeltje waarvan de formule (zonder lading) is: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}$.

c. Beredeneer welke lading dit deeltje heeft.

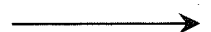
In de ijzer(II)sulfaatoplossing kunnen de ijzer(II)ionen door de zuurstof in de lucht geoxideerd worden tot ijzer(III)ionen. Uit tabel 48 kan men afleiden dat deze oxidatie mogelijk is als de oplossing zuur is.

* d. Leg aan de hand van tabel 48 uit dat deze oxidatie niet mogelijk is in neutrale oplossing maar wel mogelijk is in zure oplossing. Geef aan welke gegevens uit de tabel bij het beantwoorden zijn gebruikt.

Met behulp van een titratie met kaliumpermanganaatoplossing in zuur milieu kan men vaststellen hoeveel van de ijzer(II)ionen in de gemaakte 0,100 molair ijzer(II)sulfaatoplossing na enige tijd zijn omgezet in ijzer(III)ionen.

* e. Leg uit dat men met de uitkomst van deze titratie met kaliumpermanganaatoplossing kan vaststellen hoeveel van de ijzer(II)ionen zijn omgezet in ijzer(III)ionen.

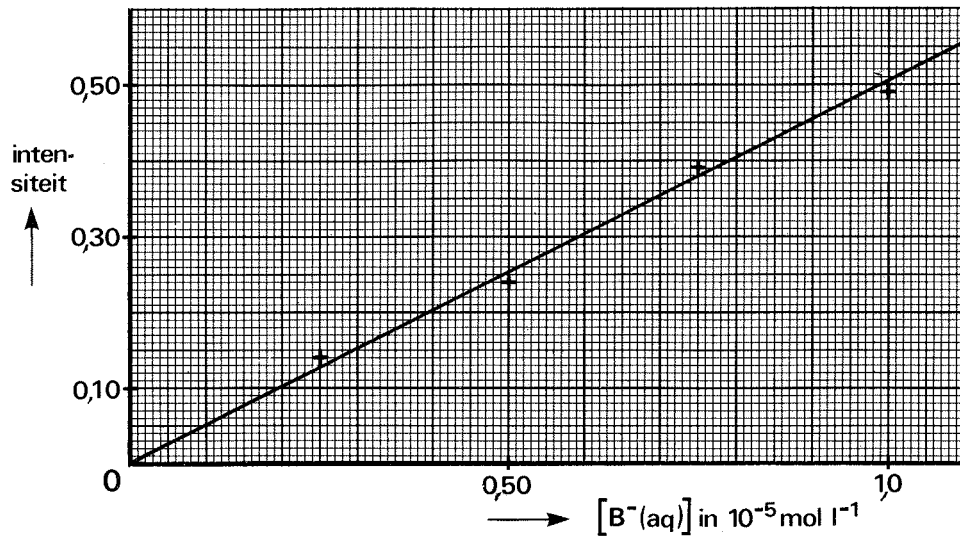
EINDE RL-GEDEELTE



De nu volgende opgaven 9CM en 10CM zijn in het bijzonder bestemd voor kandidaten die volgens het experimentele programma van de CMLS zijn opgeleid.

- 9CM. In veel bedrijven wordt in stoomketels stoom geproduceerd. De stoomketels moeten op verschillende manieren worden beschermd tegen de inwerking van leidingwater. Zo kan in ijzeren stoomketels corrosie optreden onder invloed van zuurstof die in het ketelwater is opgelost. Hierbij ontstaat $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$. Corrosie wordt bevorderd doordat ketelwater vaak zuur is. Om de corrosie te verminderen neutraliseert men het ketelwater.
- * a. Leg aan de hand van tabel 48 uit dat corrosie van het ijzer tot $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ onder invloed van de opgeloste zuurstof ook nog optreedt met neutraal ketelwater maar in mindere mate dan met zuur ketelwater. Geef aan welke gegevens uit de tabel bij het beantwoorden zijn gebruikt.
- Bij de produktie van stoom heeft men ook last van ketelsteenafzetting. Bij het koken van leidingwater verloopt de volgende reactie:
- $$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{HCO}_3^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{aq})$$
- Het calciumcarbonaat zet zich af in de vorm van ketelsteen.
- b. Leg uit of de waterstofcarbonationen in bovenstaande reactie optreden als zuur, als base of als beide.
- Men gebruikt leidingwater met $[\text{Ca}^{2+}] = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$ en $[\text{HCO}_3^{-}] = 3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$.
- * c. Bereken hoeveel gram calciumcarbonaat zich in de ketel maximaal kan afzetten uit 1000 liter van dit leidingwater.
- Men kan de afzetting van ketelsteen voorkomen door de calciumionen uit het leidingwater te verwijderen alvorens het als ketelwater te gebruiken. Een manier om dit te doen zou uitkoken kunnen zijn.
- d. Op welke *andere* manier kan men (vrijwel) alle calciumionen uit het leidingwater verwijderen?
- 10CM. Broomthymolblauw is een zwak zuur. In deze opgave wordt broomthymolblauw voorgesteld door HB. In een oplossing waarin broomthymolblauw aanwezig is heerst het volgende evenwicht:
- $$\text{HB}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{B}^{-}(\text{aq})$$
- Men voegt aan een oplossing waarin broomthymolblauw aanwezig is een oplossing met hoge pH toe.
- a. Leg uit dat hierdoor het evenwicht naar rechts afloopt.
- Oplossingen met ionen $\text{B}^{-}(\text{aq})$ hebben een blauwe kleur. De intensiteit van de blauwe kleur is een directe maat voor $[\text{B}^{-}(\text{aq})]$ in de oplossing. Een leerling wil een ijklijn verkrijgen die het verband aangeeft tussen $[\text{B}^{-}(\text{aq})]$ en de intensiteit van de blauwe kleur. Hiertoe maakt hij 1,00 liter van een standaardoplossing die $1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol B}^{-}(\text{aq})$ bevat. Uitgaande van deze standaardoplossing maakt hij vervolgens door verdunning een serie oplossingen waarvan $[\text{B}^{-}(\text{aq})]$ nauwkeurig bekend is.
- * b. Beschrijf hoe men in het algemeen een nauwkeurige verdunning moet uitvoeren waarbij de concentratie gehalveerd wordt en noem het glaswerk dat hiervoor nodig is.

Van de aldus verkregen serie oplossingen met bekende $[B^-(aq)]$ meet hij de intensiteit van de blauwe kleur. De verkregen meetpunten zijn in onderstaand diagram door middel van een kruisje (+) weergegeven. Uitgaande van deze meetpunten heeft de leerling in het diagram ook de ijklijn getekend.



c. Leg uit dat de ijklijn door de oorsprong O moet gaan.

Vervolgens neemt de leerling een bufferoplossing en lost daarin wat broomthymolblauw op. In deze oplossing is broomthymolblauw gedeeltelijk gesplitst in ionen. Hij meet van deze oplossing de intensiteit van de blauwe kleur. Deze bedraagt 0,20.

d. Bepaal met behulp van de in het diagram getekende ijklijn in twee significante cijfers $[B^-(aq)]$ in de bufferoplossing.

De evenwichtsvoorwaarde van de ionisatie van broomthymolblauw luidt:

$$K = \frac{[H^+(aq)] [B^-(aq)]}{[HB(aq)]}$$

De leerling wil met behulp van de bepaalde $[B^-(aq)]$ de waarde van K berekenen. Daartoe moet hij ook de waarden van $[H^+(aq)]$ en $[HB(aq)]$ in de bufferoplossing kennen. De gebruikte bufferoplossing had $\text{pH} = 7,0$. In deze oplossing werd $1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ broomthymolblauw per liter opgelost.

* e. Leg uit op welke wijze hij de waarden van $[H^+(aq)]$ en $[HB(aq)]$ kan berekenen.

EINDE CM-GEDEELTE