

Opgaven Eindronde Nationale Chemieolympiade

23 JUNI 1992

Deze eindronde bestaat uit 17 vragen. De tijdsduur van de eindronde is maximaal 4 klokuren

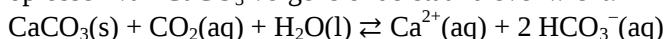
Benodigde hulpmiddelen:
elektronisch rekenapparaat
BINAS tabellenboek

In de kantlijn is vóór elke vraag het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert

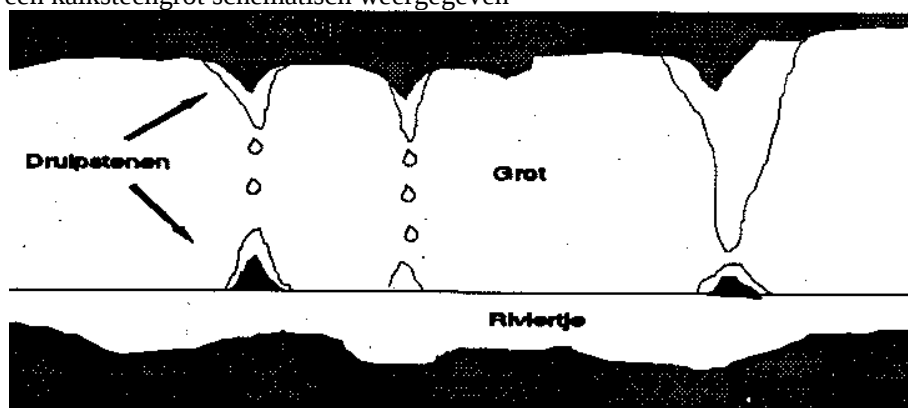
Opgave 1

DRUIPSTEENFORMATIES

Evenwichtvoorwaarden voor de oplosbaarheid van positieve ionen in water spelen een belangrijke rol bij de beschrijving van chemische processen die zich in de aardkorst voordoen. Een bekend voorbeeld van zo'n proces is de vorming van druipstenen in kalksteengrotten. Voor de beschrijving van dit verschijnsel is de waarde van de partiële druk van CO_2 ($p\text{CO}_2$) belangrijk. Deze is namelijk bepalend voor de mate van oplossen van CaCO_3 volgens onderstaand evenwicht:



Hieronder is een kalksteengrot schematisch weergegeven



Door de grot loopt een riviertje. Het daarin opgeloste CO_2 is in evenwicht met de lucht in de grot, en ook met het kalksteen uit de rivierbodem (CaCO_3). Tevens beweegt grondwater, dat door de grond boven de grot is gesijpeld, zich via scheuren en kanalen in het kalksteen naar het plafond van de grot. In de grond heeft $\text{CO}_2(\text{g})$ een veel hogere partiële druk dan in de grot. Dat komt doordat in de grond CO_2 wordt gevormd door ontleding van organisch materiaal. Het gevolg van dit verschil in $p\text{CO}_2$ is, dat in druppels die aan het plafond van de grot blijven hangen, CaCO_3 wordt teruggevormd door verschuiving van bovengenoemd evenwicht. Ook wordt CaCO_3 gevormd wanneer het grondwater in contact komt met water uit het riviertje.

- 1 Toon met behulp van een berekening aan, dat CaCO_3 neerslaat als het naar beneden druppelende grondwater in het rivierwater terecht komt. Maak daarbij gebruik van de volgende gegevens:

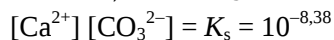
9

partiële druk van CO_2 in bodem boven de grot = $1,2 \cdot 10^{-1}$ atm

partiële druk van CO_2 in de grot = $1,8 \cdot 10^{-3}$ atm

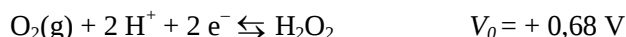
constante uit de wet van Henry voor CO_2 bij 20°C = $3,38 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1} atm $^{-1}$





■ Opgave 2 Schietkever

Er bestaat een soort kever die belagers op een afstand houdt door ze met irriterende chemicaliën te beschieten. Als drijfgas gebruikt de kever zuurstof, die hij zelf aanmaakt via gekatalyseerde ontleding van in water opgelost waterstofperoxide. De redoxkoppels voor deze redoxreactie en standaard elektrodepotentialen zijn hieronder gegeven:



- 2 Stel met behulp van bovenstaande redoxkoppels de reactievergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide op en bereken de bronspanning V_{bron} voor deze redoxreactie onder standaard condities. 1

Onderzoek heeft uitgewezen dat $[\text{H}_2\text{O}_2]$ in de ruimte waarin de ontleding plaats vindt, ongeveer 0,80 M is. De partiële druk van zuurstof in deze ruimte is dezelfde als in lucht, namelijk 0,20 atm.

- 3 Bereken uit deze gegevens de bronspanning voor deze onder de condities die gelden 'in de kever'. Neem aan dat $T = 298 \text{ K}$. 2

- 4 Bereken de waarden van de volgende grootheden voor de hierboven genoemde ontleding van waterstofperoxide (bij 298 K): 4

de enthalpieverandering ΔH

de entropieverandering ΔS (de absolute entropie van H_2O_2 bedraagt $110 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

de vrije enthalpieverandering ΔG

de evenwichtsconstante K_{ev}

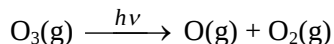
- 5 Leg uit dat de resultaten van de berekeningen voor de voorgaande vragen er op wijzen, dat de ontleding van waterstofperoxide spontaan zal verlopen. 1

Hoewel de reactie spontaan verloopt, is de snelheid ervan niet groot genoeg voor de explosieve toename van zuurstofdruk, die de kever nodig heeft om zijn chemicaliën af te schieten. Om dit effect te bereiken moet de reactie gekatalyseerd worden. Er zijn aanwijzingen dat dit zou kunnen gebeuren door ijzerionen, die bij de ontleding van waterstofperoxide betrokken raken.

- 6 Laat met behulp van halfreacties zien hoe ijzerionen zodanig bij de ontleding van waterstofperoxide betrokken kunnen worden dat sprake is van katalyse. 3

■ Opgave 3 Ozon

In de stratosfeer bestaat een ingewikkeld netwerk van chemische reacties waarin de stof ozon is betrokken. Om meer inzicht in dit netwerk te verkrijgen worden in laboratoria eenvoudige deelreacties bestudeerd. Een voorbeeld is de bestudering van de snelheid van de ontleding van ozon onder invloed van ultraviolet licht:

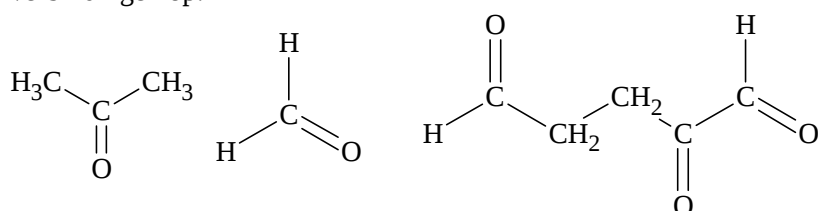


Uit experimenten bleek dat de reactieconstante voor deze reactie bij een temperatuur van 227 K (dat is de temperatuur op 30 km boven het aardoppervlak) gelijk is aan $3,16 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. In één van deze experimenten was de beginconcentratie aan ozon $1,0 \cdot 10^{13}$ moleculen per cm^3 .

- 7 Bereken de ozonconcentratie bij dit experiment na drie uur bestraling. 2
- 8 Bereken de halfwaardetijd van deze reactie bij 227 K. 2
- De activeringsenergie van deze reactie is $4,1 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$.
- 9 Bereken de reactieconstante bij 240 K. 3

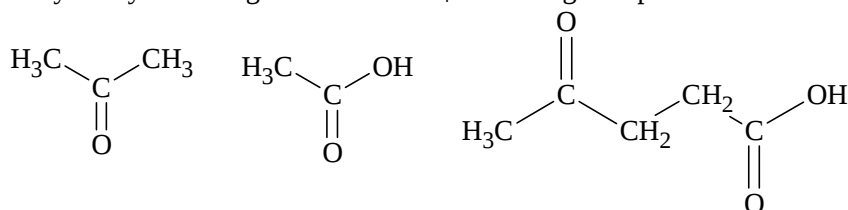
■ Opgave 4 Myrceen

Myrceen is een terpeen dat geïsoleerd kan worden uit laurierbladeren. De formule van myrceen is $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$. Het reageert met waterstof tot de verbinding $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$. Ozonolyse van myrceen levert de onderstaande verbindingen op:



- op grond van deze gegevens kunnen voor myrceen verschillende structuurformules worden opgesteld.
- 10 Geef alle structuurformules voor myrceen, die in overeenstemming zijn met deze gegevens. 4
- Door de isopreenregel toe te passen kan uit deze structuurformules de meest waarschijnlijke structuurformule voor myrceen worden gekozen.
- 11 Leg met behulp van de isopreenregel uit, welke dat is. 3

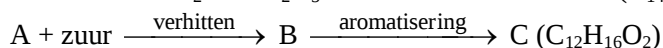
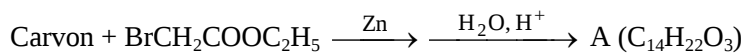
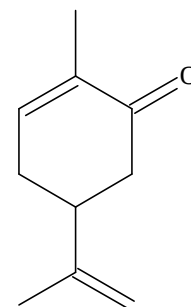
Tijdens het ophelderen van de structuurformule van myrceen werd de verbinding dihydromyrceen ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}$) geïsoleerd. Deze stof reageert, evenals myrceen, met waterstof tot de verbinding $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$. Dihydromyrceen reageert met KMnO_4 tot de volgende producten:



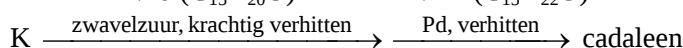
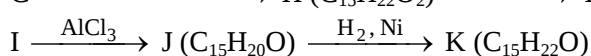
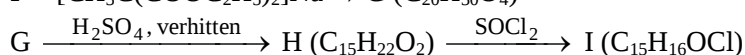
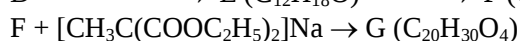
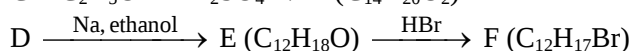
- 12 Leg met behulp van deze gegevens uit welke structuurformule dihydromyrceen heeft. 3

Opgave 5 Cadaleen

Carvon, een stof die in munt en karwijzaad voorkomt, heeft bijgaande structuurformule. Hieronder is de route voor de omzetting van carvon in cadaleen, een naftaleenderivaat met de formule $C_{15}H_{18}$, weergegeven:



B is een tussenproduct, dat niet wordt geïsoleerd. C is een benzeenderivaat



- 13 Geef de structuurformules van de verbindingen A tot en met K, en van cadaleen.

10

Opgave 6 Mineralen

Negatieve ionen die bestaan uit de elementen silicium en zuurstof (silicaationen) kunnen worden voorgesteld als opgebouwd uit Si^{4+} -ionen, omringd door O^{2-} -ionen. onder de aanname dat deze ionen bolvormig zijn, kan uit de stralen ervan ($5,4 \cdot 10^{-11}$ resp. $1,26 \cdot 10^{-10}$ m) worden afgeleid dat het coördinatiegetal voor silicium in dit soort ionen gelijk aan 6 zou moeten zijn.

- 14 Geef deze afleiding

2

Als in silicaationen telkens één Si^{4+} -ion omringd zou zijn door zes O^{2-} -ionen, dan hadden deze ionen de formule SiO_6^{8-} . Veel soorten silicaten hebben echter formules die duiden op de aanwezigheid van SiO_3^{2-} -ionen, bijvoorbeeld $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ (beryl), en $\text{CsAlSi}_2(\text{SiO}_3)_2$ (polluciet). In deze verbindingen heeft Si het coördinatiegetal 4. Geochemici geven de negatieve ionen die in deze mineralen voorkomen, vaak weer als opgebouwd uit tetraëders, met in het centrum Si en op de hoekpunten O. Zo'n tetraëder kan schematisch worden weergegeven als:



Twee van dergelijke tetraëders kunnen steeds één hoekpunt met elkaar delen.

- 15 Geef met behulp van de hierboven afgebeelde tetraëder twee mogelijke voorstellingen voor de silicaationen zoals die kunnen voorkomen in beryl en polluciet.

4

Bij een onderzoek aan het mineraal orthoklaas, $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, wordt geconstateerd dat in sommige monsters 'isomorfe substitutie' heeft plaatsgevonden: de plaats van bepaalde ionen in het orthoklaas is ingenomen door andere, zonder dat daarbij de structuur van het kristalrooster is verstoord.

- 16 Geef van de hieronder gegeven formules aan, of zij een mineraal kunnen voorstellen dat, als gevolg van isomorfe substitutie, opgelost in vast orthoklaas kan voorkomen.

4

- | | |
|--|--|
| A $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ | E KYSi_3O_8 |
| B $\text{RbAlSi}_3\text{O}_8$ | F $\text{KA1Si}_3\text{S}_8$ |
| C $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ | G $\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ |
| D $\text{BaAlSi}_3\text{O}_8$ | |

Geef telkens een verklaring voor je antwoord en maak daarbij onder andere gebruik van de volgende gegevens over ionstralen (zie volgende pagina):

ion	straal ($\cdot 10^{12}$ m)	ion	straal ($\cdot 10^{12}$ m)
Na ⁺	116	Ce ³⁺	115
K ⁺	152	Y ³⁺	104
Rb ⁺	166	Si ⁴⁺	54
Ba ²⁺	149	O ²⁻	126
Al ³⁺	67	S ²⁻	170
Bi ³⁺	117		

Het element yttrium (Y) is momenteel zeer in trek vanwege zijn toepasbaarheid in ‘hoge-temperatuur’ supergeleiders. vandaar dat men ijverig op zoek is naar nieuwe vindplaatsen van dit element.

- 17 Geef van onderstaande mogelijke vindplaatsen aan of ze de moeite waard zijn om onderzocht te worden op de aanwezigheid van het element yttrium. Geef telkens een verklaring voor je antwoord.

3

A In Bi₂S₃, als Y₂S₃

B In CePO₄, als YPO₄

C In zeewater als Y(H₂O)_n³⁺

D In de kern van de aarde (deze bestaat voornamelijk uit metallisch ijzer en nikkel) als metallisch Y

E In afzettingen van Ca₂Mg₅(OH)₂(Si₄O₁₁)₂ als Y₂Mg₅(OH)₂(Al₂Si₂O₁₁)₂

EINDE

Correctievoorschrift Eindronde Nationale Chemieolympiade

23 JUNI 1992

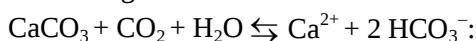
De maximumscore voor dit werk bedraagt 60 punten

■ Opgave 1 Druipsteenformaties

□1 Maximumscore 9

Het juiste antwoord moet zijn gebaseerd op berekening van $[\text{Ca}^{2+}]$ in grondwater en $[\text{CO}_3^{2-}]$ in het water van het riviertje, vergelijking van het product van deze twee met het oplosbaarheidsproduct van CaCO_3 , en de conclusie dat CaCO_3 neerslaat indien de waarde van het eerste product groter is dan die van het tweede.

- berekening van waarde van de evenwichtsconstante van het evenwicht 2



$$K_{\text{ev}} = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} = K_1 \cdot K_s \cdot \frac{K_{\text{CO}_2}}{K_2} = 10^{-5,79}$$

- berekening van Ca^{2+} in grondwater: 2

$$[\text{CO}_2] = 1,2 \cdot 10^{-1} \cdot 3,38 \cdot 10^{-2} = 4,06 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{stel } [\text{Ca}^{2+}] = x, \text{ dan } \frac{(x)(2x)^2}{4,06 \cdot 10^{-3}} = 10^{-5,79}$$

$$x = 1,2 \cdot 10^{-3}$$

- berekening $[\text{CO}_3^{2-}]$: $10^{-8,38} / 1,2 \cdot 10^{-3} = 3,5 \cdot 10^{-6}$, en constatering dat het stellen van $[\text{HCO}_3^-] = 2x$ een correcte benadering is omdat $[\text{Ca}^{2+}] \gg [\text{CO}_3^{2-}]$ 2

- berekening van Ca^{2+} in het water in het riviertje (analoog aan bovenstaande berekening): 2

$$[\text{CO}_2] = 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 3,38 \cdot 10^{-2} = 6,08 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{stel } [\text{Ca}^{2+}] = x, \text{ dan } \frac{(x)(2x)^2}{6,08 \cdot 10^{-5}} = 10^{-5,79}; x = 2,9 \cdot 10^{-4}$$

- berekening $[\text{CO}_3^{2-}]$ in het riviertje: 1

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 10^{-8,38} / 2,9 \cdot 10^{-4} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ en constatering dat verwaarlozing nog steeds is toegestaan}$$

- berekening product $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{grondw}} [\text{CO}_3^{2-}]_{\text{riviervw}} = 1,7 \cdot 10^{-8}$ en conclusie dat dit groter is dan $K_s (4,2 \cdot 10^{-9})$ 2

■ Opgave 2 SCHIETKEVER

□2 Maximumscore 1

- Optelling van gegeven halfreacties leidt tot $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}); V_0 = 1,09 \text{ V}$ 2

□3 Maximumscore 2

- Vergelijking van Nernst voor deze reactie: $V = V_0 - \frac{0,059}{n} \log \frac{p_{\text{O}_2}}{[\text{H}_2\text{O}_2]^2}$ 1

- Correct invullen in deze vergelijking: $1,09 - 0,059/2 \times \log 0,2/(0,8)^2 = 1,10 \text{ V}$ 1

□4 Maximumscore 4

- berekening enthalpieverandering: $\Delta H = \Sigma \text{vormingsenthalpieën producten} - \Sigma \text{vormingsenthalpieën reactanten} = 2 \times -2,86 - 2 \times (-1,88) \cdot 10^{-5} = -1,96 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ 1

- berekening entropieverandering: $\Delta S = \Sigma \text{absolute entropieën producten} - \Sigma \text{absolute entropieën reactanten} = 205 + 2 \times 70 - 2 \times 110 = 125 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ 1

- berekening vrije enthalpieverandering: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -1,96 \cdot 10^5 - 298 \times 125 = -2,33 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ 1

- berekening K_{ev} : $\Delta G = -RT \ln K$; $\ln K = 2,33 \cdot 10^5 / (8,31 \times 298) 94,1$; $K = 7,3 \cdot 10^{40}$ 1
 - 5 Maximumscore 1
Een positieve bronspanning, een negatieve ΔG en $K_{ev} \gg 1$ wijzen alle op een thermodynamisch spontane reactie.
 - 6 Maximumscore 3
 - $H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightleftharpoons 2 H_2O(l)$ (1) $V_o = +1,77 V$
 $Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-$ (2) $V_o = +0,77 V$
 $H_2O_2 + 2 H^+ + 2 Fe^{2+} \rightleftharpoons 2 H_2O + 2 Fe^{3+}$ $V = 1,00 V$
 - $H_2O_2 \rightleftharpoons O_2(g) + 2 H^+ + 2 e^-$ (1) $V_o = +0,68 V$
 $Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$ (2) $V_o = +0,77 V$
 $H_2O_2 + 2 Fe^{3+} \rightleftharpoons O_2 + 2 H^+ + 2 Fe^{2+}$ $V = 0,09 V$
 - constatering dat door het gelijktijdig verlopen van deze twee reacties het netto resultaat gelijk is aan de ontleding van waterstofperoxide in zuurstof en water (bijv. door het optellen van de twee reacties), en dat de netto concentraties van de ijzerionen niet veranderen, zoals dat voor een katalysator hoort. 1
- Opmerking*
Een verklaring voor de versnelling van de reactie door betrokkenheid van ijzerionen hoeft (uiteraard) niet te worden gegeven

■ Opgave 3 OZON

- 7 Maximumscore 2
Een juiste berekening leidt tot de uitkomst $3,3 \cdot 10^{11}$ moleculen cm^{-3} ($= 5,5 \cdot 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$)
 - $[O_3]_t = [O_3]_{t=0} e^{-kt}$ (hoeft niet te worden afgeleid) 1
 - rest van de berekening: $10^{13} \cdot e^{-3,16 \cdot 10^{-4} \times 60 \times 60 \times 3}$ 1
- 8 Maximumscore 2
een juiste berekening leidt tot de uitkomst $2,2 \cdot 10^3 s$
 - $t_{1/2} = \ln 2 / k$ (hoeft niet te worden afgeleid) 1
 - rest van de berekening: $\ln 2 / 3,16 \cdot 10^{-4} s$ 1
- 9 Maximumscore 3
Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de berekeningswijze, tot de uitkomst $k_{240} = 1,02 \cdot 10^{-3} s^{-1}$ of $1,03 \cdot 10^{-3} s^{-1}$
 - juiste formule, al dan niet met afleiding: $\ln k_{240} = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_{240}} - \frac{1}{T_{227}} \right) + \ln k_{227}$ 2
 - rest van de berekening: $-\left(\frac{41 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}}{8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}} \right) \left(\frac{1}{240} - \frac{1}{227} \right) + \ln 3,16 \cdot 10^{-4} s^{-1}$ 1

$\ln k_{240} = -6,883$; $k_{240} = 1,02 \cdot 10^{-3} s^{-1}$

■ Opgave 4 MYRCEEN

□10 Maximumscore 4

- constatering dat in de producten slechts 9 C-atomen aanwezig zijn, en dus, naast de andere twee moleculen, twee moleculen HCHO moeten worden gevormd uit één molecuul myrceen.

1

1

1

1

□11 Maximumscore 3

- notie dat isopreenregel inhoudt 'het kunnen opgebouwd denken uit $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ eenheden
- toepassing van deze regel op de drie bovenstaande mogelijkheden voor myrceen, en identificatie van

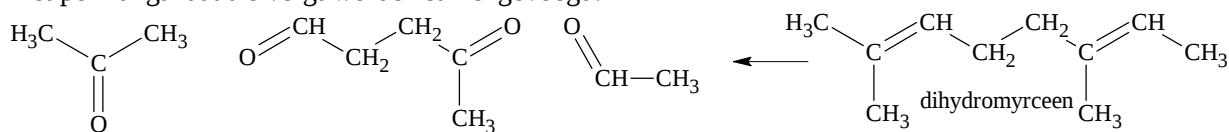
1

$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{H}_2\text{C} \end{array}$ als juiste structuurformule

2

□12 Maximumscore 3

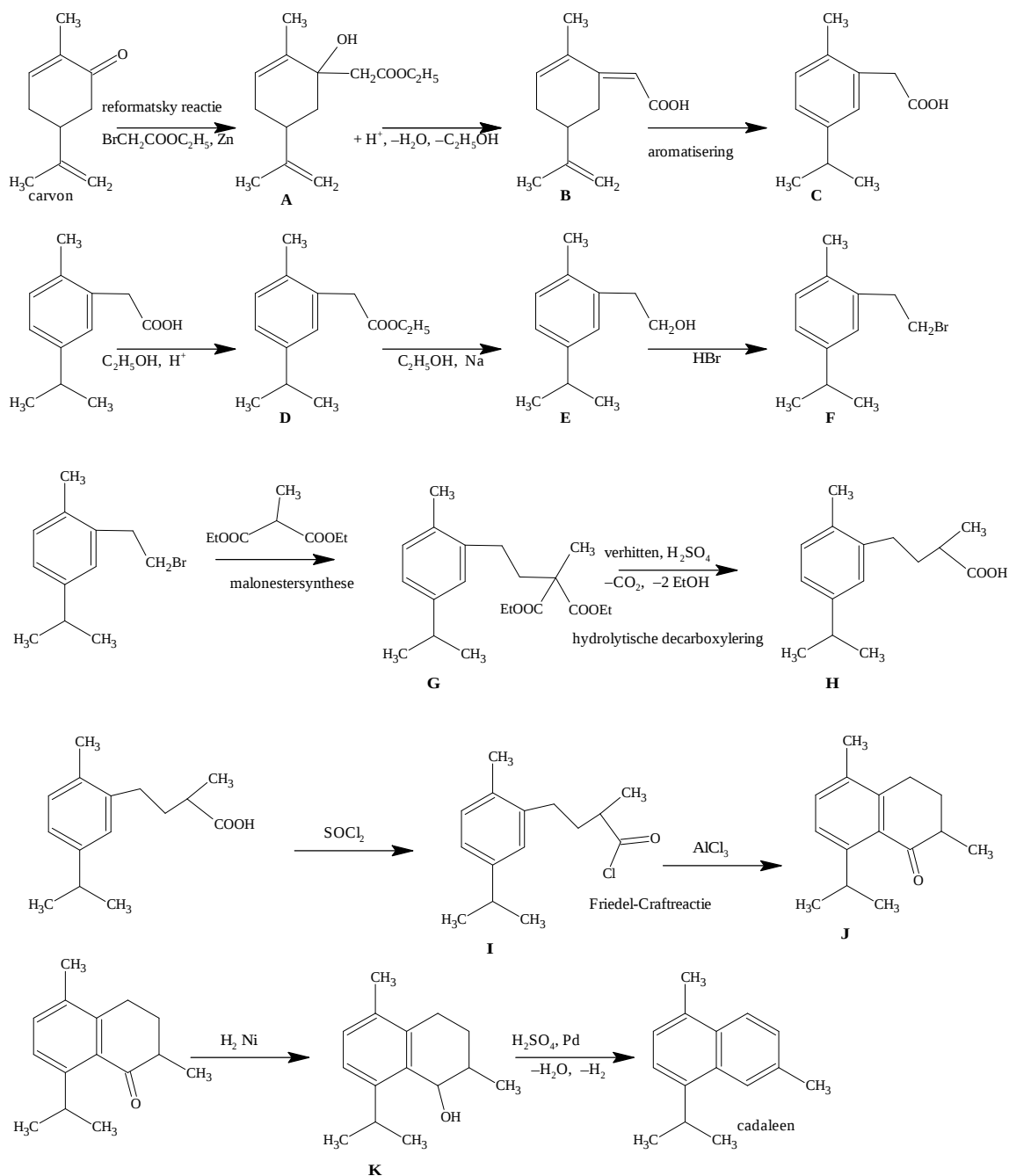
uitgaande van het skelet voor myrceen (zie hierboven) moeten de brokstukken die ontstaan bij de reactie met permanganaat als volgt worden samengevoegd:



■ Opgave 5

□13 Maximumscore 10

Antwoordmodel nader te bepalen aan de hand van de antwoorden van kandidaten. De stapsgewijze synthese van cadaleen met de gevraagde structuurformules staat hieronder.

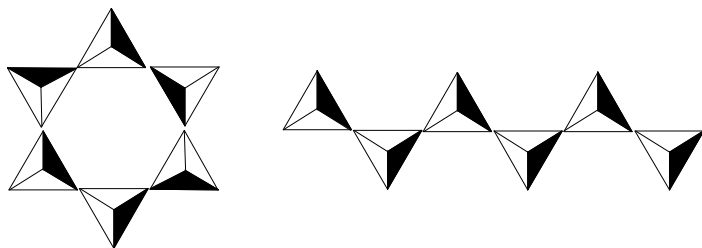


Opgave 6 MINERALEN

□ 14 Maximumscore 2

- berekening straal Si^{4+} / straal $\text{O}^{2-} = 54/126 = 0,429$ 1
- vergelijking van quotiënt met grenswaarde 0,414 tussen coördinatiegetallen 4 en 6, en conclusie 1

□15 Maximumscore 4



- 6 tetraëders in een ring, met 6 gemeenschappelijke hoekpunten 2
- een aantal met hoekpunten aaneengeschakelde tetraëders, met de opmerking dat wanneer het aantal eenheden maar groot is, de verhouding Si : O bij benadering 1 : 3 is. 2

□16 Maximumscore 4

Te volgen redeneringen:

- K^+ (152 pm) is vervangen door Ba^{2+} (149 pm), en Si^{4+} (54 pm) door Al^{3+} (67 pm); voor beide gevallen blijven de stralen van de vervangende ionen voldoende bij elkaar in de buurt (criterium is 10 à 20%, dus men kan ook tot de conclusie komen dat Al^{3+} eigenlijk te groot is). Verder wordt $5+$ vervangen door $5+$, dus elektroneutraliteit is verzekerd
 - K^+ vervangen door bijna even grote (en gelijk geladen) Rb^+ , dus dat kan
 - K^+ vervangen door veel kleinere Na^+ , dus dat kan niet
 - K^+ vervangen door Ba^{2+} , dat kan niet vanwege elektroneutraliteit
 - Al^{3+} vervangen door veel grotere Y^{3+} , dus dat kan niet
 - O^{2-} vervangen door veel grotere S^{2-} , dus dat kan niet
 - Si^{4+} vervangen door Al^{3+} , dat kan niet vanwege elektroneutraliteit
- correcte toepassing van redenering dat vervangende ionen in straal niet meer dan 10-20% van het oorspronkelijke ion mogen afwijken bij A, B, C, E en F 2
 - toepassing van het elektroneutraliteitscriterium bij A, D en G 2

□17 Maximumscore 3

- Y^{3+} is weliswaar ongeveer even groot als Bi^{3+} , maar het is, in i.t.t. Bi^{3+} , een hard zuur en zal dus waarschijnlijk niet voorkomen in combinatie met een zachte base als S^{2-} .
 - Y^{3+} en Ce^{3+} hebben ongeveer dezelfde stralen en komen in de natuur vaak samen voor.
 - $Y(H_2O)_n^{3+}$ is door zijn hoge lading erg zuur en zal daardoor in water van nature nauwelijks als zodanig voorkomen. Het slaat met tal van negatieve ionen neer.
 - Yttrium is erg elektropositief, en is dus chemisch te reactief om in elementaire vorm op (in dit geval 'in de') aarde voor te komen
 - Dit zou een geval van isomorfe substitutie, n.l. twee Ca^{2+} en twee Si^{4+} vervangen door twee Y^{3+} en twee Al^{3+} , kunnen zijn en dus een mogelijke vindplaats
- vier goede redeneringen 2
 - drie goede redeneringen 1

Practicumtoets Chemieolympiade

vrije Universiteit amsterdam 24 juni 1992, duur 4 klokuren

Deze practicumtoets bestaat uit 2 experimenten.

Volgorde waarin de experimenten uitgevoerd worden is vrij.

Het is van belang de tijd zo gunstig mogelijk in te delen.

- De resultaten moeten worden vermeld op bijgevoegd formulier. Alleen deze resultaten tellen mee voor de beoordeling.
- De maximumscore voor deze practicumtoets is 40 punten (de theorietoets leverde maximaal 60 punten op).

EXAMENEXPERIMENT 1: BEPALING VAN ZINK(II)

ALGEMEEN

Een groot aantal metaalionen waaronder Zn(II) kan worden bepaald d.m.v. visuele complexometrische titraties met EDTA (= ethyleendiaminetetra-acetaat). EDTA is een meertandig ligand (6 coördinatieplaatsen) en vormt een 1 : 1 complex met Zn(II). Als indicator wordt eriochroom zwart T gebruikt dat evenals EDTA complexeert met Zn(II). Deze indicator heeft in de vrije vorm een andere kleur dan in het metaal-indicatorcomplex. Verder vormt het vanzelfsprekend een minder stabiel complex met Zn(H) dan EDTA.

In dit experiment wordt aan de hand van een EDTA-titratie het massapercentage zink bepaald in een monster zinksulfaat dat een onbekende hoeveelheid kristalwater bevat.

UITVOERING

1. Voorbereiding

- Vul een buret met de 0,01 M EDTA-standaardoplossing.
- Maak in de zuurkast een buffer door 2,7 g ammoniumchloride en 17,5 mL geconcentreerde ammonia aan te vullen tot 50 mL met demiwater.
- Weeg exact $\pm 0,3$ g zinksulfaat af, breng het in een 100 mL maatkolf, los op in demiwater en vul aan.

2. Titratie

- Pipetteer 10,00 mL zinksulfaatoplossing in een 200-300 mL erlenmeyer en verdun tot 100 mL met demi-water. Doe dit in duplo.
- Voeg zoveel eriochroom zwart T toe (zeer weinig!) dat de oplossing goed lila kleurt, maar wel transparant blijft.
- Voeg 1 mL buffer toe en meng.
- Titreer de oplossing met de EDTA-titrant (omslag lilarood naar blauw).

OPGAVEN

- Bereken het massapercentage Zn(II) in het verstrekte zinksulfaat.
- Vul het examenformulier behorende bij dit experiment in.

EXAMENEXPERIMENT 2: BEREIDING VAN EEN ESTER

VOORSCHRIFT

- Breng 10,5 mL (0,14 mol) 1-propanol in een 100 mL driehalskolf. Voeg hierbij *voorzichtig* 20 mL (0,35 mol) ijsazijn gevolgd door 2 mL geconcentreerd zwavelzuur (met een steekpipet) en zwenk de driehals om de lagen te mengen. (OPGELET: wees voorzichtig met geconcentreerde zuren)
- Breng enkele kooksteentjes in de driehals, plaats een refluxkoeler en verhit het reactiemengsel gedurende 1 uur. Laat daarna afkoelen tot kamertemperatuur.
- Breng het reactiemengsel over naar een 100 mL scheitrechter en voeg 50 mL gedestilleerd water toe. Schud krachtig en laat de lagen scheiden. Scheid de waterlaag af en was de organische laag een tweede keer met 25 mL gedestilleerd water.
- Verwijder de overmaat azijnzuur door het product (de organische laag) te wassen met 25 mL 5% NaHCO_3 oplossing. Herhaal deze bewerking tot de waterlaag niet langer zuur is (controle met universeel indicatorpapier). Pas op voor overdruk in de scheitrechter door CO_2 -ontwikkeling
- Was de organische laag met 5 mL verzadigde zoutoplossing (brijn) en breng het product over naar een erlenmeyer van 50 mL. Droog op watervrij magnesiumsulfaat en filtreer over een vouwfilter.
- Weeg het product en bepaal de opbrengst.

Enkele kookpunten:

ijsazijn	120 °C
1-propanol	97 °C
propylethanoaat	102 °C

Chemieolympiade Vrije Universiteit 24 JUNI 1992
EXAMENFORMULIER NAAM:

EXAMENEXPERIMENT 1: BEPALING VAN ZINK (II)

Afgewogen hoeveelheid zinksulfaat	gram (stof + weegpapier)
	<u>gram (weegpapier)</u> –
	gram
Titratie: volume EDTA-oplossing (1)	mL
(2)	mL

Berekening massapercentage Zn(II) (volledige berekening vermelden)

(1)

(2)

EXAMENEXPERIMENT 2: BEREIDING VAN EEN ESTER

Hoeveelheid uitgangsstof	gram
--------------------------	------

Hoeveelheid product	gram (stof + telpotje)
	<u>gram (telpotje)</u> –
	gram

Berekening opbrengst in procenten (volledige berekening vermelden)

Lever de gemaakte ester in (potje met etiket, naam vermelden).

Zuiverheid (in te vullen door assistent):