

15^e Internationale Chemieolympiade, Timișoara 1983, Roemenië

THEORIE OPGAVEN 4-7-83 9-14 uur

theorie

Opgave 1

- A. Laat aan de hand van reactievergelijkingen zien hoe de ontleding van de volgende ammoniumzouten verloopt bij verwarmen. Aangenomen wordt dat er geen detonatie optreedt.
- a) $\text{NH}_4\text{ClO}_4 \xrightarrow{t\text{ }^\circ\text{C}}$
- b) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t\text{ }^\circ\text{C}}$
- c) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \xrightarrow{t\text{ }^\circ\text{C}}$
- d) $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{t\text{ }^\circ\text{C}}$
- C. Geef aan wat het juiste antwoord is:
- a. Kan men de molmassa van een gasvormige verbinding bepalen door alleen de dichtheid bij een bepaalde temperatuur en druk te meten?
1. Ja, dat is altijd mogelijk
 2. Ja, dat is mogelijk als de gasvormige verbinding niet dissocieert of associeert.
 3. Ja, dat is mogelijk als de gasvormige verbinding niet dissocieert.
 4. Ja, dat is mogelijk als de gasvormige verbinding niet associeert
- b. Is een vloeistof, die bij een gegeven druk bij een constante temperatuur kookt een zuivere stof?
1. Ja, als het geen azeotroop is
 2. Ja, mits het een azeotroop is
- D. Vul de vergelijking aan voor de volgende reactie in waterig milieu en geef ook de juiste coëfficiënten:
- $$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \dots \rightarrow \text{CrCl}_3 + \dots \text{KCl} + \dots$$
- E. De oplosbaarheid van Hg_2Cl_2 in water is $3,0 \cdot 10^{-5}$ g/ 100 mL.
- a. Bereken het oplosbaarheidsproduct.
 - b. Wat is de oplosbaarheid van Hg_2Cl_2 in een 0,01 M NaCl-oplossing (antwoord in mol/L).
 - c. Bereken het volume aan 0,01 molair NaCl-oplossing dat nodig is om dezelfde hoeveelheid Hg_2Cl_2 op te lossen, als er oplost is 1 liter zuiver water.
- Hg = 200,61 Cl = 35,45
- F. Voor welke groep van onderstaande stoffen geldt, dat zij bij 10 °C alle vast zijn?
- a) H_2O , NH_3 , CH_4
 - b) F_2 , Cl_2 , Br_2
 - c) SO_3 , I_2 , NaCl
 - d) Si , S_8 , Hg
- G. Geef aan welke van de onderstaande zouten in waterige oplossing zuur reageert.
- a) CH_3COONa
 - b) NH_4Cl
 - c) Na_2HPO_4
 - d) Na_2CO_3
 - e) NaHCO_3
- H. Schrijf de elektronenformules voor de volgende stoffen op, zodanig dat de aard van de chemische binding duidelijk wordt:
- a) NaClO_3
 - b) HClO_3
 - c) SiF_4
 - d) NH_3
 - e) CaF_2
 - f) H_2O .

I. Voor vast perchloorzuur wordt gewoonlijk de formule $\text{HClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ gegeven. Experimentele gegevens tonen aan dat er vier gelijke bindingen zijn. Stel een structuurformule voor die recht doet aan deze experimentele waarnemingen.

J. De verbindingen van de elementen van de tweede periode met waterstof hebben de volgende formules:

LiH , BeH_2 , B_2H_6 , CH_4 , NH_3 , H_2O , HF

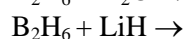
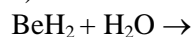
a) Welke van deze verbindingen zijn vast bij kamertemperatuur? Leg uit.

b) Welke zijn ionogeen?

c) Welke verbindingen zijn polymeer?

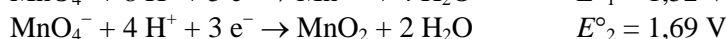
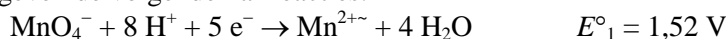
d) Welke reageren onder neutrale omstandigheden niet met water?

e) Welke reacties treden op tussen:

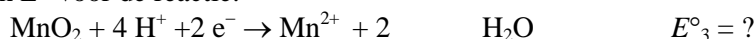


f) Als we veronderstellen dat NH_3 , H_2O en HF onder bepaalde omstandigheden zuren zijn, schrijf dan hun corresponderende geconjugeerde basen op en rangschik die in volgorde van toenemende basesterkte.

K. Gegeven de volgende halfreacties:



Bereken E° voor de reactie:



Opgave 2.

Uit de analyse van een mengsel van de gassen CO en CO_2 blijkt:

$$\frac{\text{massa koolstof}}{\text{massa zuurstof}} = \frac{1}{2}$$

Onder de omstandigheden van de proef treden geen chemische reacties op.

a) Bereken de samenstelling van het gasmengsel in massaprocenten

b) Bereken de samenstelling van het gasmengsel in volumeprocenten

c) Welke waarden zijn mogelijk voor de verhouding $\frac{\text{massa koolstof}}{\text{massa zuurstof}}$ als beide gassen *niet* gelijktijdig aanwezig zijn?

$\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$

Opgave 3.

Een monster bestaande uit een mengsel van natriumchloride en kaliumchloride weegt 25 g. Na oplossen in water voegt men 840 mL van een 0,5 M AgNO_3 -oplossing toe. Nadat het gevormde neerslag is afgefilterd en uitgewassen, wordt een koperen strip die 100,00 g weegt in de oplossing gebracht.

Als de reactie afgelopen is, weegt de strip 101,52 g.

- Schrijf de reactievergelijkingen op

- Bereken de samenstelling van het mengsel in massa %

$\text{Cu} = 63,5$

$\text{K} = 39,1$

$\text{Ag} = 108$

$\text{Na} = 23$

$\text{Cl} = 35,5$

Opgave 4.

Onderzoek van de reactiekinetiek van de basische hydrolyse van een organische chloorverbinding levert de volgende resultaten:

a) Een bepaald volume van een oplossing van het dikaliumzout van 2-chloorbutaandizuur met een concentratie van $0,2 \text{ mol/dm}^3$ wordt gemengd met een gelijk volume van een kaliumhydroxideoplossing van gelijke concentratie.

Van tijd tot tijd wordt de concentratie van het kaliumhydroxide in het reactiemengsel bepaald.

Bij 25 °C worden de volgende waarden verkregen

t (minuten)	10	20	30	45	60	80	100
c_{KOH} (mol/dm ³)	0,085	0,074	0,065	0,056	0,049	0,042	0,036

Het experiment wordt met dezelfde beginconcentraties herhaald bij 35 °C. Het blijkt dat na 21 minuten de hydroxideconcentratie tot de helft is verminderd.

b) Eenzelfde hydrolyse met KOH werd uitgevoerd met 3-chloor-3-methylhexaan. Weer met gelijke beginconcentraties. Hierbij bleek dat de KOH-concentratie na 32 minuten was gehalveerd bij 25 °C.

Bij 35 °C was dit na 11 minuten het geval. In beide gevallen was de tijd voor de afname van de concentratie tot de helft onafhankelijk van de beginconcentraties.

c) De basische hydrolyse van 3-chloor-2,4-dimethyl-3-isopropylpentaan verloopt volgens het zelfde mechanisme als de reactie onder b). Echter de reactiesnelheid is bij gelijke reactieomstandigheden ongeveer 100 × zo groot.

Beantwoord de volgende vragen op grond van bovenstaande gegevens en de volgende uitdrukkingen:

reactiesnelheidsconstante k voor

$$1^{\circ} \text{ ordereactie: } k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$$

$$2^{\circ} \text{ ordereactie: } k = \frac{1}{t} \ln \frac{1}{\frac{a-x}{a} - \frac{1}{a}}$$

a = beginconcentratie

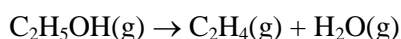
x = omgezette concentratie

t = tijd

1. Bepaal de orde van de reacties onder a), b) en c) genoemd.
2. Bepaal de waarde van de reactiesnelheidsconstante bij 25 °C voor de reactie onder a). Geef de eenheden aan.
3. Bereken de activeringsenergie voor de reacties onder a) en b).
4. De reactie onder a) wordt uitgevoerd met het linksdraaiende isomeer van het kaliumzout van L-2-chloorbutaandizuur. Wat is dan de configuratie van het 2-hydroxybutaandizuur dat uit de hydrolyse verkregen wordt?
5. Wanneer bij de reactie onder b) eveneens een optisch actief isomeer wordt gebruikt, wat zal dan de configuratie zijn van het 3-methyl-3-hexanal, dat wordt verkregen?
6. Hoe kan verklaard worden dat de reactiesnelheid onder c) veel groter is dan die onder b), ondanks het feit dat beide reacties van hetzelfde type zijn en onder gelijke omstandigheden verlopen?

Opgave 5.

Als ethanol bij 400 K over een katalysator wordt gevoerd, vindt een dehydrateringsreactie plaats, waarbij etheen wordt gevormd.



Bij de gegeven temperatuur en druk van p is 1 atm. bedraagt de omzettingsgraad van ethanol 90,6 %.

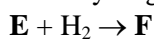
1. Bereken de evenwichtsconstante K_p voor de reactie onder de gegeven omstandigheden.
2. Bereken de waarden van de evenwichtsconstanten K_x en K_c (x = molfractie; c = concentratie) bij de gegeven temperatuur.
3. Bereken de omzettingsgraad van ethanol bij dezelfde temperatuur en bij de volgende drukken: 5, 10, 50, 100 en 200 atm. Gegeven $R = 8,314 \text{ J/mol K}$.
4. Zet in een grafiek de omzettingsgraad uit tegen de druk.

Opgave 6.

Een mol van een verbinding **A** reageert achtereenvolgens met 3 mol van een verbinding **B**. De reacties verlopen in waterig milieu en in aanwezigheid van een basische katalysator, zoals $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Door hydrogenering wordt **E** omgezet in **F**



F heeft de volgende samenstelling: C = 44,1 %; H = 8,82 %; O = 47,00 %

De molmassa van **F** = 136.

Verder is gegeven dat 13,6 g **F** reageert met 40,8 g azijnzuuranhydride, waarbij alleen het product **G** en azijnzuur worden gevormd.

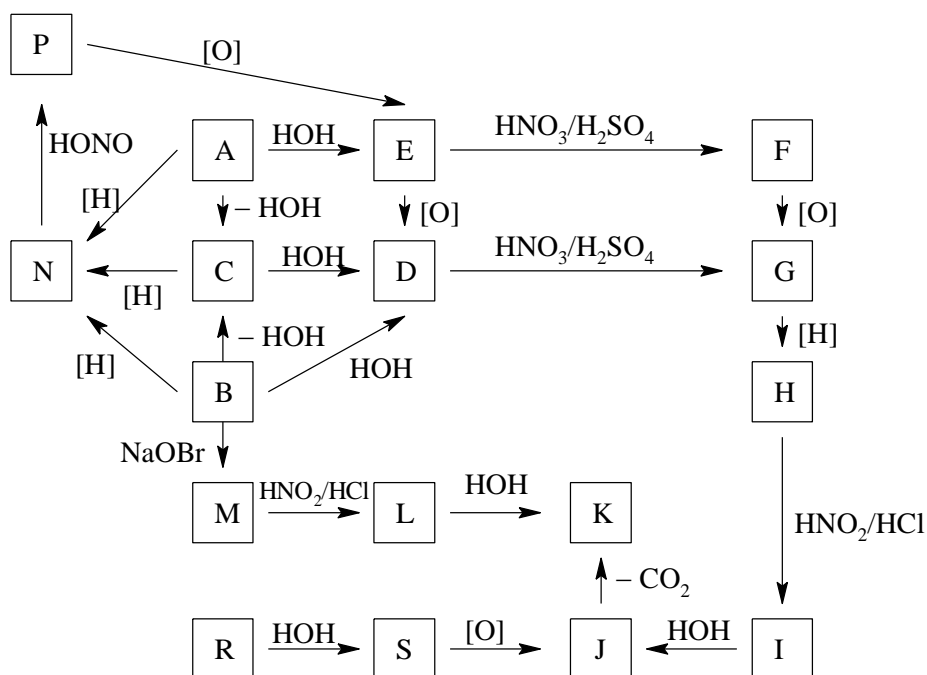
- Geef de structuurformules van de stoffen **A** t/m **G**.
- Geef de reactievergelijkingen.

Opgave 7.

Gegeven is dat de verbindingen **A** en **B** uit het onderstaande schema structuurisomeren zijn met als molecuulformule $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}$.

De verbinding **M** heeft een molmassa van 93.

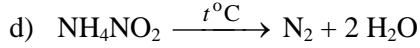
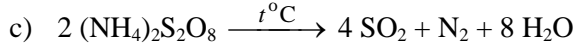
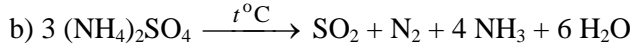
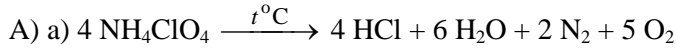
Gevraagd : Bepaal de structuurformules van de verbindingen **A** t/m **S** en geef de reactievergelijkingen.



EINDE

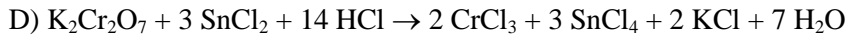
theorie uitwerkingen

Opgave 1

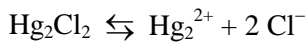


C) a) 1) 2) 3) 4)

b) 1) 2)



E) a) $S = 3,00 \cdot 10^{-5} \text{ g/100 mL} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ g/L} \hat{=} \frac{3 \cdot 10^{-4}}{472} = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$



$K_s = 4 S^3 = 4(6,3 \cdot 10^{-7})^3 = 1 \cdot 10^{-18} (\text{mol L}^{-1})^3$

b) $[\text{Cl}^-] = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$

$S = \frac{K_s}{[\text{Cl}^-]^2} = \frac{1 \cdot 10^{-18}}{(0,01)^2} = 1 \cdot 10^{-14} \text{ mol L}^{-1}$

c) Het volume 0,01 M HCl-oplossing dat dezelfde hoeveelheid Hg_2Cl_2 kan oplossen als

1 L zuiver water is:

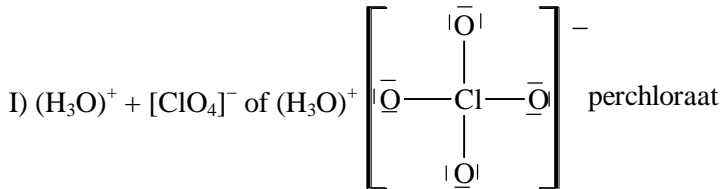
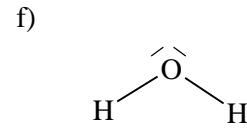
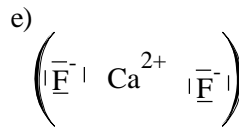
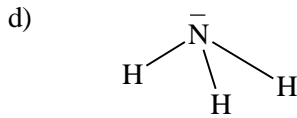
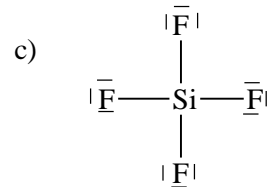
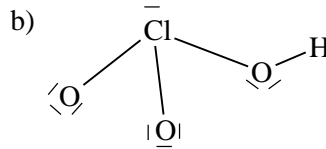
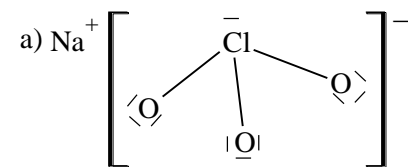
$1 \cdot 10^{-14} V = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ dm}^3$

$V = 6,3 \cdot 10^7 \text{ dm}^3$

F) c) $\text{SO}_3, \text{I}_2, \text{NaCl}$

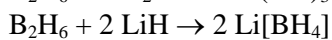
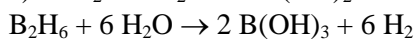
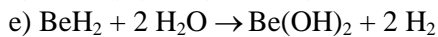
G) b)

H)

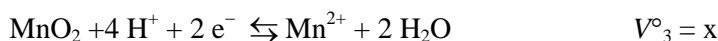
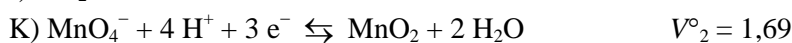


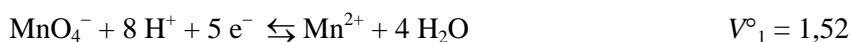
J) a) $\text{LiH}, (\text{BeH}_2)_n$ polymeer

b) LiH c) $(\text{BeH}_2)_n$ d) CH_4



f) $\text{NH}_2^- > \text{OH}^- > \text{F}^-$





$$5 V_1^0 = 3 V_2^0 + 2 V_3^0 \Rightarrow 7,60 = 5,07 + 2 x \Rightarrow x = 1,26 \text{ V}$$

Opgave 2

Stel het aantal mol CO in 100 g op x en het aantal mol CO₂ op y

$$28x + 44y = 100$$

$$\frac{12(x+y)}{16((x+2y))} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = 1,389 \text{ mol CO en } y = 1,398 \text{ mol CO}_2$$

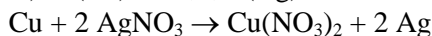
- a) $1,389 \times 44 = 61,11 \%$ CO₂ en $1,389 \times 28 = 38,89 \%$ CO
 b) $x = y \Rightarrow 50 \text{ vol-\% CO}_2$ en 50 vol-\% CO
 c) De twee gasen kunnen niet gelijktijdig in het mengsel aanwezig zijn als

$$\frac{\text{massa koolstof}}{\text{massa zuurstof}} = \frac{12}{16}; \text{ dit komt overeen met zuiver CO}$$

$$\frac{\text{massa koolstof}}{\text{massa zuurstof}} = \frac{12}{32}; \text{ dit komt overeen met zuiver CO}_2.$$

Opgave 3

A) $A(\text{Cu}) = 63,5; A(\text{Ag}) = 108$



$$y \qquad \qquad \qquad x$$

x = de hoeveelheid neergeslagen zilver en y = de hoeveelheid opgelost koper

$$\frac{63,5}{y} = \frac{2 \times 108}{x} \Rightarrow x - y = 101,52 - 100 \Rightarrow x = 1,52 - y \Rightarrow y = 0,63 \Rightarrow x = 2,15 \text{ g Ag}^+$$

massa zilvernitraat: $\frac{8,40}{1000} \times 0,5 \times 170 = 71,4 \text{ g AgNO}_3$

$$\frac{170 \text{ g AgNO}_3}{108 \text{ g Ag}} = \frac{71,4}{x} \Rightarrow x = 45,36 \text{ g Ag}^+$$

Verbruikt zilver voor neerslag $45,36 - 2,15 = 43,21 \text{ g Ag}^+$

Totale massa chloride $\frac{108 \text{ g Ag}^+}{35,5 \text{ g Cl}^-} = \frac{43,2}{x} \Rightarrow x = 14,2 \text{ g Cl}^-$

$M(\text{NaCl}) = 58,5 \qquad M(\text{KCl}) = 74,6$

Stel de massa NaCl in het mengsel op x en de massa KCl in het mengsel op y

massa Cl⁻ in NaCl: $\frac{35,5x}{58,5}$

massa Cl⁻ in KCl: $\frac{35,5y}{74,6}$

$$\frac{35,5x}{58,5} + \frac{35,5y}{74,6} = 14,2 \Rightarrow x + y = 25$$

$x = 17,6 \text{ g} \Rightarrow 70,4 \%$ NaCl; $y = 7,4 \text{ g} \Rightarrow 29,6 \%$ KCl

Opgave 4

1. Voor reactie a) wordt de reactieorde als volgt geschat:

- aanname van een eerste-orde reactie:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$$

$t \text{ } ^\circ\text{C}$	10	20	30	45	60	80	100
$k \cdot 10^2$	1,625	1,505	1,436	1,288	1,189	1,084	1,022

k is niet constant; de reactie is dus niet eerste-orde.

- voor een tweede-orde reactie (met gelijke reactantconcentraties op tijdstip 0):

$$k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{a-x} - \frac{1}{a} \right)$$

t °C	10	20	30	45	60	80	100
k	0,167	0,167	0,179	0,175	0,173	0,173	0,178

k is vrijwel constant, aan de voorwaarde voor een tweede-orde reactie is dus voldaan.

De halveringstijd van reactie b) is onafhankelijk van de beginconcentratie, het is dus een eerste-orde reactie:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

reactie c) heeft hetzelfde mechanisme als reactie b); het is dus ook een eerste-orde reactie

- De snelheidsconstante van reactie a) is het gemiddelde van de bovenberekende waarden: $k = 0,176 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$
- Om de activeringsenergie te bepalen, bereken je de snelheidsconstante k' bij 35 °C. Voor tweede-orde reacties is het verband tussen de snelheidsconstanten en de halveringstijden:

$$k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{a-x} - \frac{1}{a} \right) = \frac{1}{t_{1/2}} \left(\frac{1}{a-\frac{a}{2}} - \frac{1}{a} \right) = \frac{1}{t_{1/2}} \cdot \frac{1}{a}$$

De halveringstijd bij 35 °C en beginconcentratie $a = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (door mengen van gelijke volumes wordt de concentratie gehalveerd) is bekend. Bereken de snelheid bij 35 °C:

$$k' = \frac{1}{21} \times \frac{1}{0,1} = 0,476 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

De activeringsenergie van reactie a) is:

$$E_a = R \ln \frac{k'}{k} \cdot \frac{T' \cdot T}{T' - T} = 8314 \ln \frac{0,476}{0,176} \cdot \frac{308 \cdot 298}{308 - 298} \Rightarrow E_a = 7,592 \cdot 10^7 \text{ J kmol}^{-1}$$

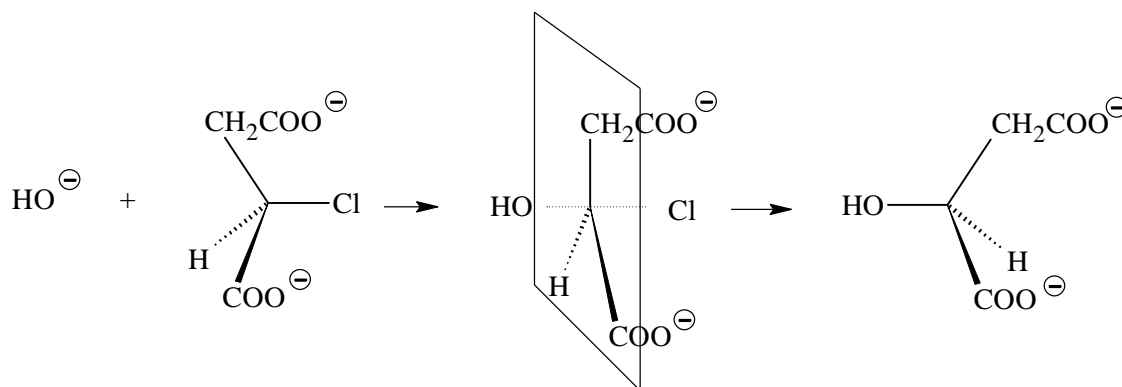
Voor reactie b), eerste orde, worden de snelheidsconstanten bij de twee temperaturen berekend met de halveringstijden:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}; \text{ bij } 25 \text{ °C: } k = \frac{\ln 2}{32} = 2,166 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1};$$

$$\text{bij } 35 \text{ °C: } k = \frac{\ln 2}{11} = 6,301 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$

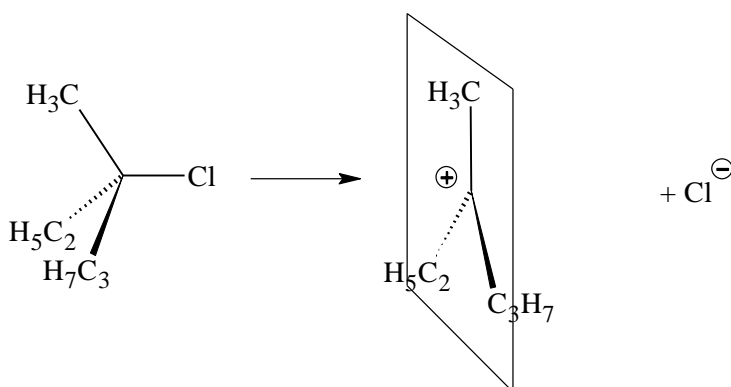
$$\text{De activeringsenergie is: } E_a = 8314 \ln \frac{6,301}{2,166} \cdot \frac{308 \cdot 298}{308 - 298} = 8,149 \cdot 10^7 \text{ J kmol}^{-1}$$

- Het hydrolyseproduct van reactie a) zal rechtsdraaiend worden vanwege omkering van de configuratie.



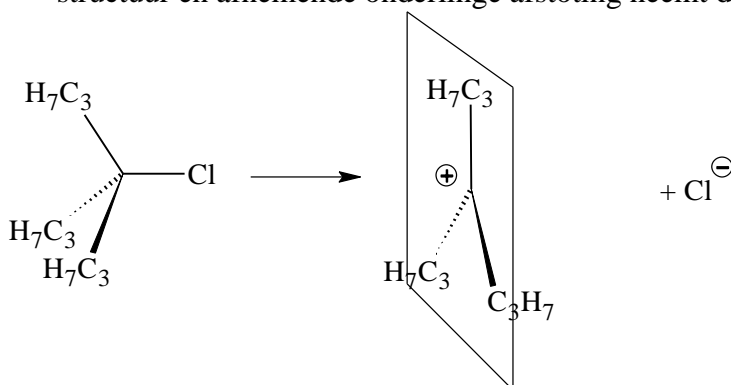
Bij een S_N2 -type reactie treedt via een overgangstoestand omkering van configuratie op. Als de reactant linksdraaiend is, is het reactieproduct dus rechtsdraaiend.

5. Reactie b) is een unimoleculaire S_N1 -reactie; hierbij wordt in de snelheidsbepalende stap een bijna stabiel carboniumion als overgangstoestand gevormd:



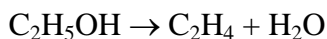
Het carboniumion heeft een vlakke structuur. Het kan dus met gelijke kans door het nucleofiel (OH^-) van beide zijden aangevallen worden. Er ontstaat een racemisch mengsel (geen optische activiteit), beide producten compenseren elkaars draaiing.

6. Hetzelfde geldt voor reactie c), het enige verschil is een opvallender afstoting tussen de grotere substituënten. De neiging om carboniumionen te vormen met een vlakke structuur en afnemende onderlinge afstoting neemt daardoor toe.



De snelheid van de vorming van het carboniumion en dus de totale snelheid neemt dus toe.

Opgave 5



hoeveelheid in mol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	C_2H_4	H_2O	totaal
begin	1	0	0	1
bij evenwicht	$1 - x$	x	x	$1 + x$

	molfractie	partiaaldruk
ethanol	$\frac{1-x}{1+x}$	$\frac{1-x}{1+x} \cdot p$
etheen	$\frac{x}{1+x}$	$\frac{x}{1+x} \cdot p$
water	$\frac{x}{1+x}$	$\frac{x}{1+x} \cdot p$

$$p = \frac{p'}{p^\circ}; p' = \text{totale druk}, p^\circ = 101,325 \text{ kPa}$$

$$K_p = \frac{p(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{\left(\frac{x}{1+x} \cdot p\right)^2}{\frac{1-x}{1+x} \cdot p} = \frac{x^2}{1-x^2} \cdot p$$

1. $p' = 101,325 \text{ kPa}$

$$K_p = \frac{x^2}{1-x^2} = \frac{0,906^2}{1-0,906^2} = 4,56$$

2. $K_x = K_p \cdot p^{-\Delta n}; p' = 101,325 \text{ kPa}$ en $\Delta n = 1; K_x = 4,56$

$$K_c = K_p \cdot \left(\frac{c^\circ \cdot RT'}{p^\circ}\right)^{\Delta n}; R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; c^\circ = 1 \text{ mol m}^{-3}; T = 400 \text{ K} \Rightarrow$$

$$K_c = 0,139$$

3. $\frac{x^2}{1-x^2} = \frac{K_p}{p} = \frac{4,56}{p}$

a) $\frac{x^2}{1-x^2} = \frac{4,56}{5} = 0,912 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{0,912}{1,912}} = 0,69$

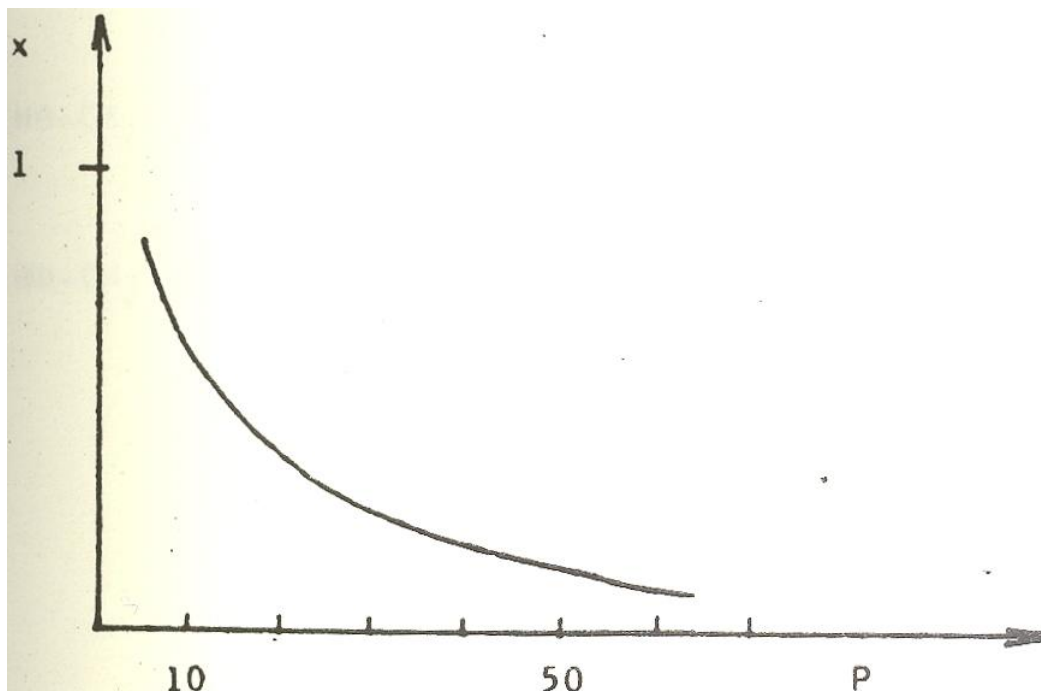
b) $\frac{x^2}{1-x^2} = 0,456 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{0,456}{1,456}} = (0,559) 0,56$

c) $\frac{x^2}{1-x^2} = 0,0912 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{0,0912}{1,0912}} = (0,289) 0,29$

d) $\frac{x^2}{1-x^2} = 0,0456 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{0,0456}{1,0456}} = (0,208) 0,21$

e) $\frac{x^2}{1-x^2} = 0,0228 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{0,0228}{1,0228}} = (0,149) 0,15$

4.



Opgave 6

De molecuulformule van F

$$\frac{44,18}{12} = 3,65; \quad \frac{8,82}{1} = 8,82; \quad \frac{47}{16} = 2,94$$

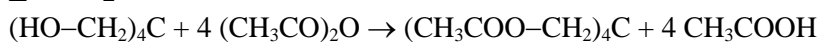
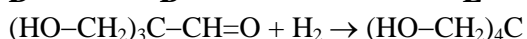
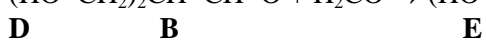
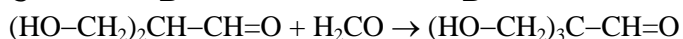
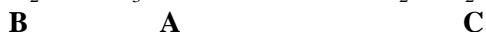
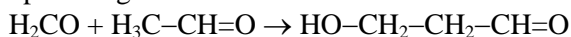
$$C : H : O = \frac{3,68}{2,94} = \frac{8,82}{2,94} = \frac{2,94}{2,94} = 1,25 : 3 : 1 = 5 : 12 : 4 \Rightarrow (C_5H_{12}O_4)_n$$

$$M(C_5H_{12}O_4) = 5 \times 12 + 4 \times 16 + 12 \times 1 = 136 \Rightarrow n = \frac{136}{136} = 1 \Rightarrow C_5H_{12}O_4$$

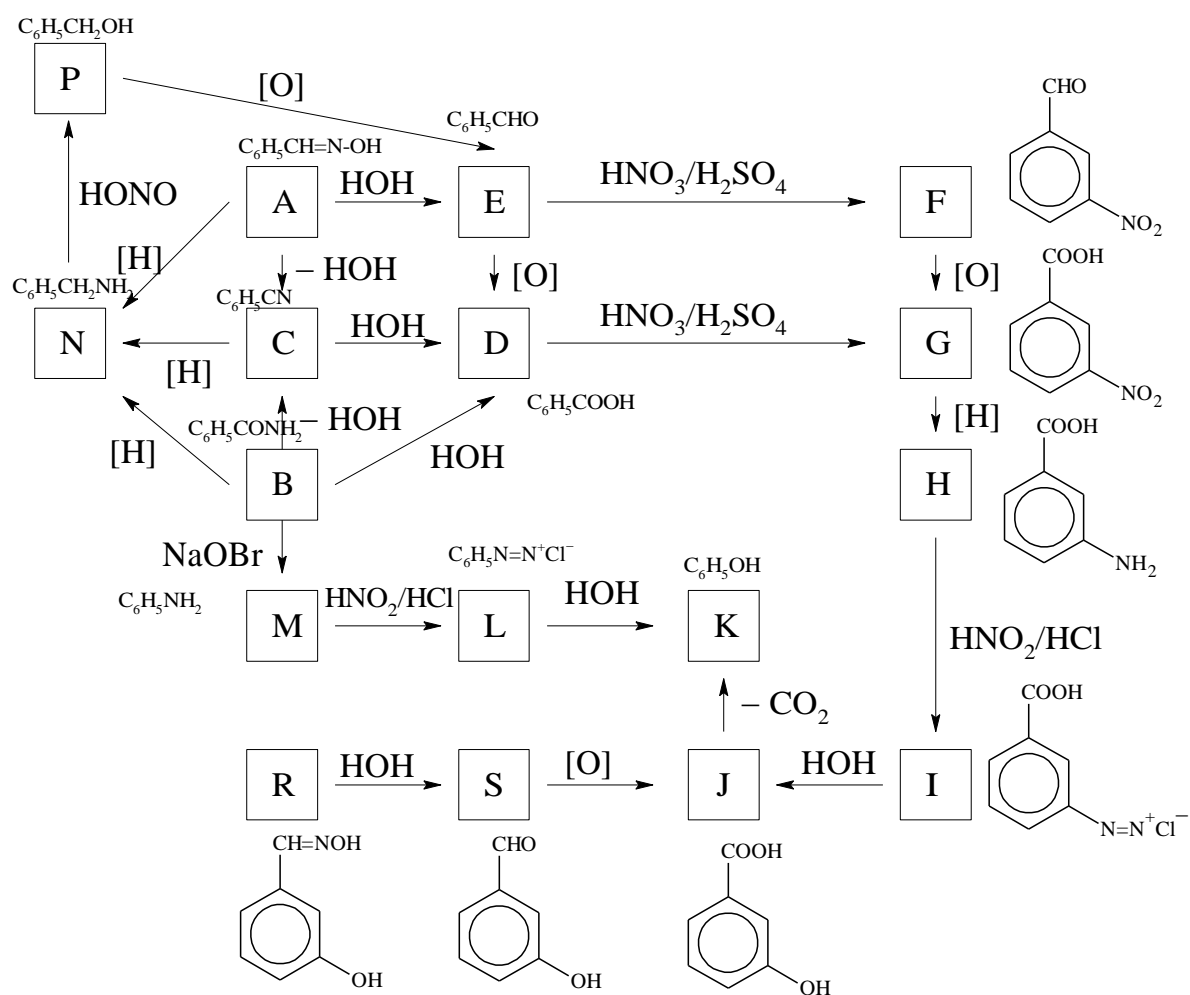
Als **F** reageert met azijnzuuranhydride kan het een mono- of polyhydroxyalcohol zijn. In geval van een monohydroxy-alcohol reageert 136 g **F** met 102 g azijnzuuranhydride. Dan reageert $13,6/136 = 0,1$ mol **F** met $40,8/102 = 0,4$ mol azijnzuuranhydride, d.w.z. **F** is een polyol (tetrol). **F** wordt gevormd bij de reductie van **E**, dus **E** heeft een carbonylgroep en 3 OH-groepen.

E wordt gevormd uit 3 moleculen **B** en een molecuul **A**.

E heeft 3 OH-groepen en een CO-groep. De reactieomstandigheden voor een aldolcondensatie zijn gebruikt. **A** moet dan ethanal zijn en **B** methanal. **C** en **D** zijn de producten van opeenvolgende aldolcondensatie van ethanal met methanal:



Opgave 7



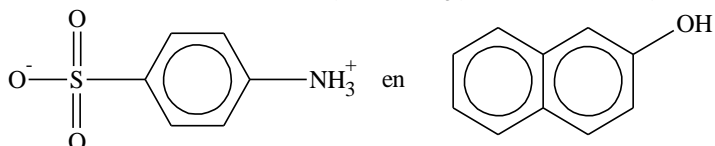
practicum

Tijd: 6 uur

Opgave 1.

In de reageerbuizen A, B, C en D bevinden zich 4 derivaten van benzeen, die ieder één of twee functionele groepen bevatten. Totaal gaat het om drie verschillende typen van functionele groepen. Identificeer deze functionele groepen in stoffen A, B, C en D door gebruik te maken van de volgende reagentia:

- oplossingen van H_2SO_4 , NaOH en FeCl_3
- en de vaste stoffen NaNO_2 , NaHCO_3 , $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$,



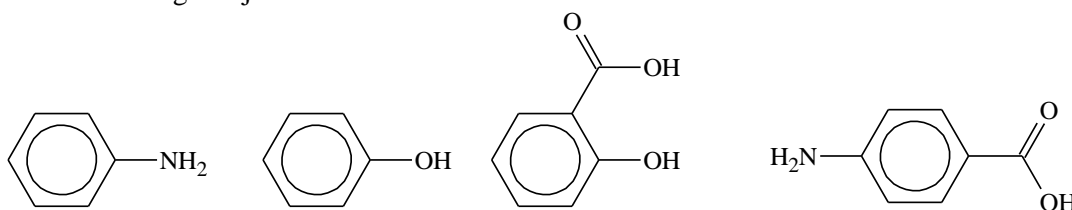
Motiveer je keuze door de vergelijkingen van de uitgevoerde reacties op te schrijven.

Synthetiseer vervolgens vier organische kleurstoffen. (Gebruik hiervoor als organische uitgangsstoffen de verbindingen A, B, C en D.

Schrijf de reactievergelijkingen op.

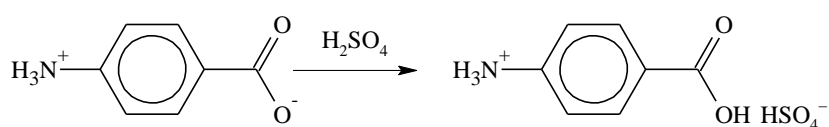
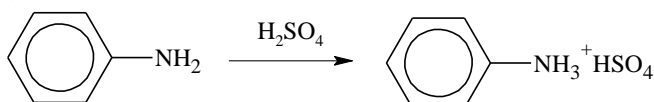
Uitwerking

De 4 verbindingen zijn:

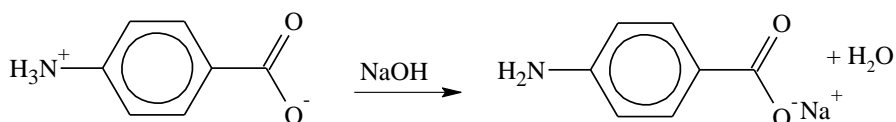
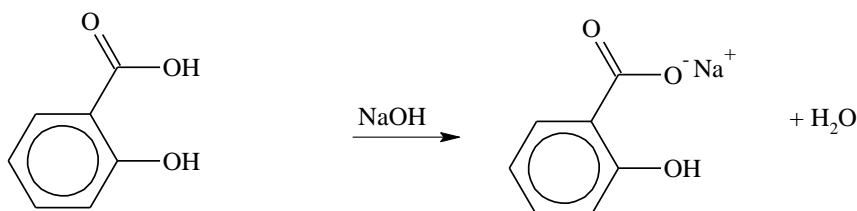
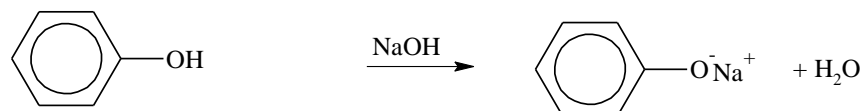


De identificatiereactie zijn:

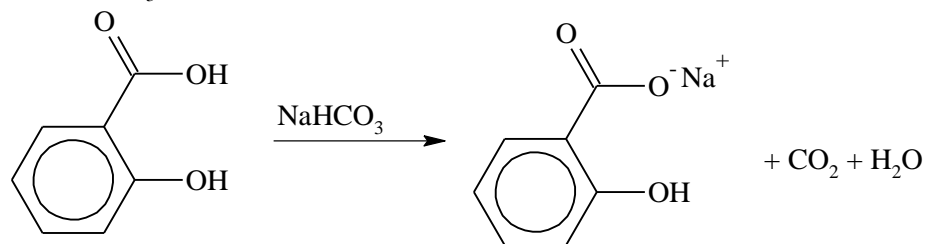
a) met H_2SO_4



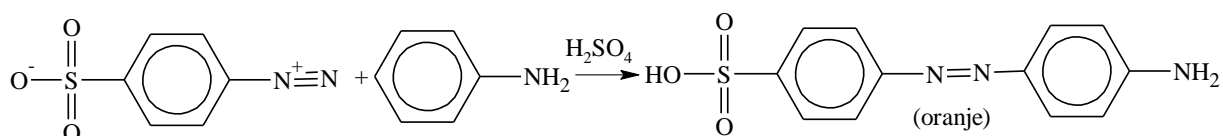
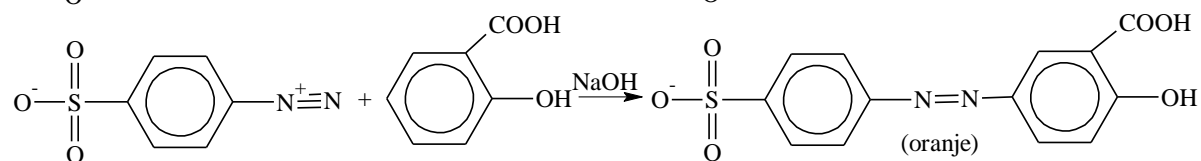
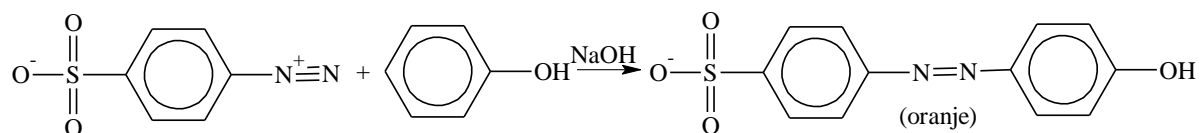
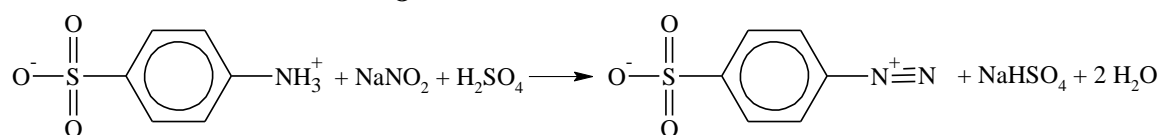
b) met NaOH



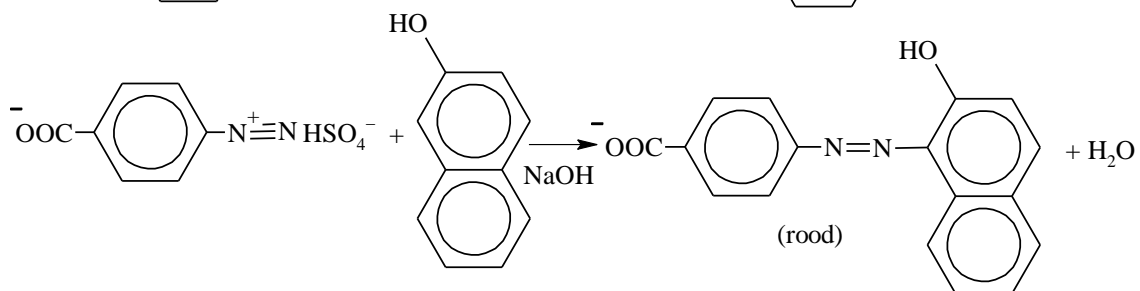
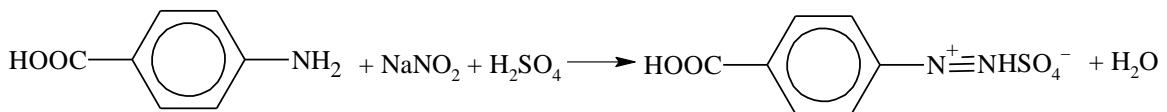
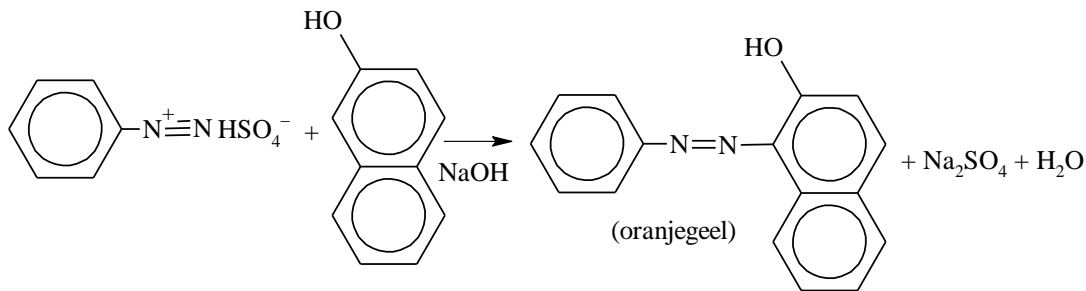
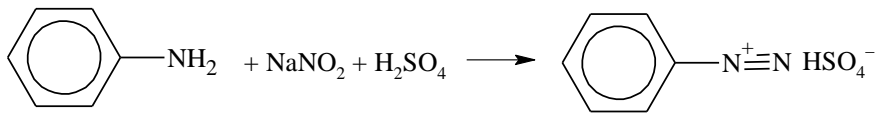
c) met NaHCO_3 :



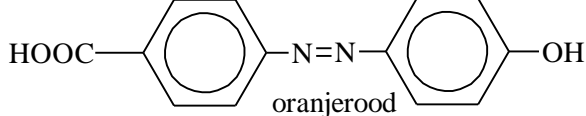
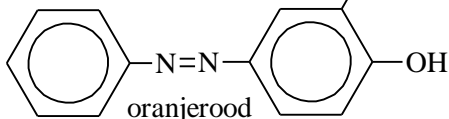
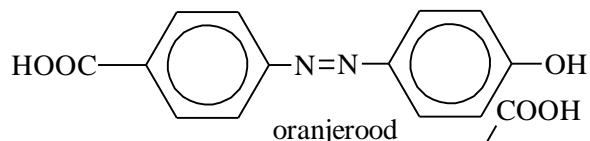
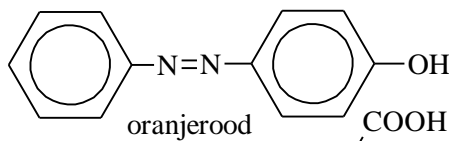
d) met $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{H}$



II e) met β -naftol:



De volgende kleurstoffen kunnen verkregen worden:



Opgave 2.

In de maatkolf bevindt zich een oplossing van een mengsel van oxaalzuur en ammoniumoxalaat. In één van de drie flesjes X, Y en Z bevindt zich een 0,1000 molair oplossing van een reducerende standaardtiterstof.

Gegeven is dat de molaire verhouding voor de redoxreactie tussen permanganaat en de onbekende reductor is als 1 : 5.

Gevraagd:

- De formule van de stof met de reducerende eigenschappen en de vergelijkingen van de reacties die tot zijn identificatie geleid hebben.
- Te bepalen de hoeveelheid oxaalzuur en ammoniumoxalaat (in gram) die de oplossing in de maatkolf bevat.

Voor de uitvoering van de analyse staan de volgende oplossingen ter beschikking:

HCl 0,1000 M NaOH ca. 2 M KMnO_4 ca. 0,02 M H_2SO_4 ca. 25 % HNO_3 ca. 2 M
 BaCl_2 5% AgNO_3 5 % $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ 5% fenolftaleïen 0,1% methylrood 1%

$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 90,04$

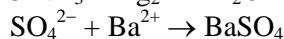
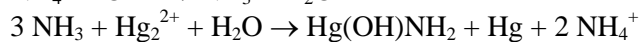
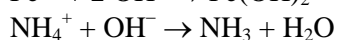
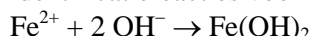
$M((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = 124,11$

MAAK VOOR DE BEANTWOORDING GEBRUIK VAN BIJGAAND ANTWOORDBLAD

antwoordblad

A1 identificatie van de opl. met reductor X, Y, Z $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

A2 identificatiereacties voor de ionen



B1 bereiding van de 0,1 M NaOH-opl.

..... cm^3 in 200,0 cm^3

B2 concentratie van de NaOH-opl.M

gebruikte indicator

C concentratie van de KMnO_4 -opl.....M

D1 massa oxaalzuur in de beginopl.g

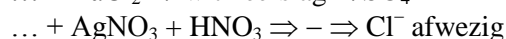
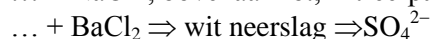
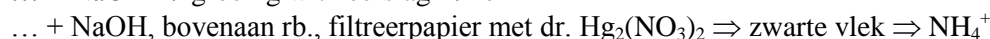
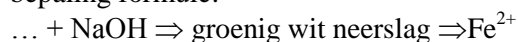
gebruikte indicator

D2 massa ammoniumoxalaat in de beginopl.g

uitwerking

A1 1 – 2 mL opl. X,Y en Z worden in 3 rb. gedaan. 3 M H_2SO_4 en druppel KMnO_4 wordt toegevoegd. De oplossing die kleur verliest bevat de reductor.

A2 bepaling formule:



B1 5 cm^3 2 M opl. \rightarrow 100 cm^3 0,1 M opl.

B2 $V \text{ cm}^3$ HCl 0,1000 M + NaOH 0,1 M in aanwezigheid van fenolftaleïen

C $V \text{ cm}^3$ opl. X + 10,0 cm^3 H_2SO_4 + H_2O , getitreerd bij hogere temp. met KMnO_4

De conc. van KMnO_4 wordt bepaald

D1 Te analyseren opl. tot aan maatstreep aangevuld; $V \text{ cm}^3$ van deze opl. wordt getitreerd met loog in aanwezigheid van methylrood. Hoeveelheid oxaalzuur (mol en g) wordt berekend.

D2 $V \text{ cm}^3$ te analyseren opl. + 10,0 cm^3 H_2SO_4 3 M + H_2O worden verwarmd en getitreerd met

. MnO_4^- . Totale hoeveelheid oxalaat wordt berekend (mol). Het verschil geeft de hoeveelheid ammoniumoxalaat (mol en g)

Opgave 3

In 6 genummerde reageerbuizen zijn waterige oplossingen gegeven van FeSO_4 , H_2SO_4 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, H_2O_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ en NaOH .

a) - Identificeer de inhoud van ieder van de zes reageerbuizen zonder van andere reagentia gebruik te maken.

- Geef de resultaten weer in een schema.

- Geef de vergelijkingen van de voor identificatie gebruikte reacties.

b) - Voer na de identificatie vier reacties uit waarbij telkens drie van de geïdentificeerde stoffen met elkaar reageren.

-Geef de vergelijkingen van de optredende reacties.

uitwerking

	1 FeSO ₄	2 H ₂ SO ₄	3 Mn(NO ₃) ₂	4 H ₂ O ₂	5 Pb(NO ₃) ₂	6 NaOH
1. FeSO ₄				Fe(OH)SO ₄ gelig	PbSO ₄ wit	Fe(OH) ₂ groenig ↓ Fe(OH) ₃ roodbruin
2. H ₂ SO ₄					PbSO ₄ wit	
3. Mn(NO ₃) ₂						Mn(OH) ₂ wit ↓ MnMnO ₃ bruinzwart
4. H ₂ O ₂	Fe(OH)SO ₄ gelig					
5. Pb(NO ₃) ₂	PbSO ₄ wit	PbSO ₄ wit				Pb(OH) ₂ wit ↓ Pb(OH) ₄ ²⁻
6. NaOH	Fe(OH) ₂ groenig ↓ Fe(OH) ₃ roodbruin		Mn(OH) ₂ wit ↓ MnMnO ₃ bruinzwart		Pb(OH) ₂ wit ↓ Pb(OH) ₄ ²⁻	

1 + 4	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe(OH)SO}_4$	→ gelig (Fe ³⁺)
1 + 5	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbSO}_4$	wit neerslag
1 + 6	$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_2$	groenig neerslag dat door oxidatie aan de lucht wordt omgezet in roodbruin neerslag Fe(OH) ₃
2 + 5	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbSO}_4$	wit neerslag
3 + 6	$\text{Mn}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Mn(OH)}_2$ $2 \text{Mn(OH)}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mn(OH)}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	wit neerslag → bruinzwart neerslag (Mn ₂ O ₃) → zwartbruin neerslag (MnO ₂)
5 + 6	$\text{Pb}^{2+} \text{Pb(OH)}_2$ $\text{Pb(OH)}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Pb(OH)}_4^{2-}$	wit neerslag dat bij overmaat loog overgaat in kleurloze oplossing (Pb(OH) ₄ ²⁻)
1+2+4	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+}$	→ gelig
1+4+6	$2 \text{Fe}^{2+} + 4 \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe(OH)}_3$	bruinrood neerslag
3+4+6	$\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	bruin neerslag
5+4+6	$\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	bruin neerslag