



basic education

Department:
Basic Education
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SENIOR SERTIFIKAAT

GRAAD 12

FISIESE WETENSKAPPE: CHEMIE (V2)

NOVEMBER 2024

PUNTE: 150

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 17 bladsye en 4 gegewensblaaië.

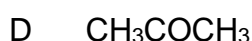
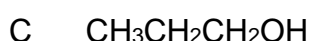
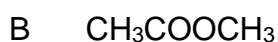
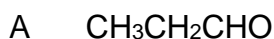
INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Skryf jou sentrumnommer en eksamennummer in die toepaslike ruimtes op die ANTWOORDEBOEK neer.
2. Hierdie vraestel bestaan uit NEGE vrae. Beantwoord AL die vrae in die ANTWOORDEBOEK.
3. Begin ELKE vraag op 'n NUWE bladsy in die ANTWOORDEBOEK.
4. Nommer die antwoorde korrek volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
5. Laat EEN reël tussen twee subvrae oop, bv. tussen VRAAG 2.1 en VRAAG 2.2.
6. Jy mag 'n nieprogrammeerbare sakrekenaar gebruik.
7. Toon ALLE formules en substitusies in ALLE berekeninge.
8. Rond jou FINALE numeriese antwoorde tot 'n minimum van TWEE desimale plekke af.
9. Gee kort (bondige) motiverings, besprekings, ens. waar nodig.
10. Jy word aangeraai om die aangehegte GEGEWENSBLAAIE te gebruik.
11. Skryf netjies en leesbaar.

VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE

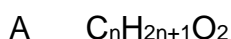
Verskeie opsies word as moontlike antwoorde op die volgende vrae gegee. Elke vraag het slegs EEN korrekte antwoord. Kies die antwoord en skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommers (1.1 tot 1.10) in die ANTWOORDEBOEK neer, bv. 1.11 E.

1.1 Watter EEN van die volgende verbindings het waterstofbindings tussen die molekule?



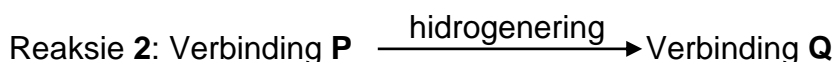
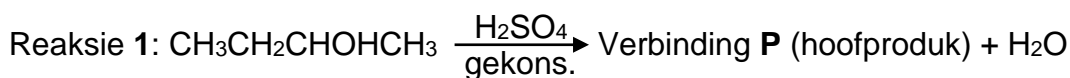
(2)

1.2 Watter EEN van die volgende is 'n KORREKTE ALGEMENE FORMULE vir die karboksielsure?



(2)

1.3 Bestudeer die reaksies hieronder.

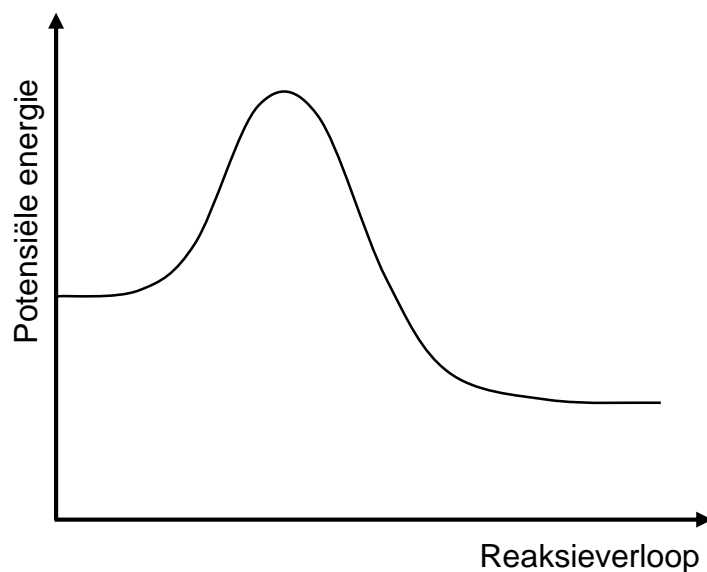


Watter EEN van die volgende kombinasies is die KORREKTE IUPAC-name van verbindings **P** en **Q**?

| | VERBINDING P | VERBINDING Q |
|---|--------------|--------------|
| A | But-1-een | Butaan |
| B | But-2-een | Butaan |
| C | But-1-een | Butan-2-ol |
| D | But-2-een | Butan-2-ol |

(2)

- 1.4 Die potensiële-energiediagram hieronder is vir die volgende hipotetiese chemiese reaksie:

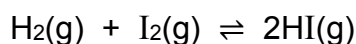


Watter EEN van die volgende kombinasies van waardes vir die reaksiewarmte en die aktiveringsenergieë kan vir hierdie reaksie verkry word?

| | $\Delta H_{\text{(voorwaarts)}} \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$ | $E_{\text{A(voorwaarts)}} \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$ | $E_{\text{A(terugwaarts)}} \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$ |
|---|--|--|---|
| A | -400 | 300 | 100 |
| B | -200 | 300 | 100 |
| C | +400 | 100 | 300 |
| D | -200 | 100 | 300 |

(2)

- 1.5 Aanvanklik word 'n gelyke hoeveelheid mol waterstofgas, $\text{H}_2(\text{g})$, en jodiumgas, $\text{I}_2(\text{g})$, in 'n geslote houer gemeng. Die reaksie bereik ewewig by 'n konstante temperatuur volgens die gebalanseerde reaksie.

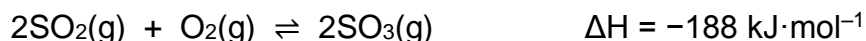


Watter EEN van die volgende is ALTYD WAAR by ewewig?

- A $[\text{H}_2] = [\text{I}_2]$
- B $[\text{HI}] = [\text{I}_2]$
- C $[\text{HI}] = 2[\text{H}_2]$
- D $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = [\text{HI}]$

(2)

1.6 Oorweeg die volgende reaksie by ewewig:



Watter EEN van die veranderinge aan die reaksietoestande hieronder sal die opbrengs van $\text{SO}_3(\text{g})$ verhoog?

- A Die byvoeging van $\text{O}_2(\text{g})$
- B Die byvoeging van 'n katalisator
- C 'n Verhoging in temperatuur
- D 'n Toename in die volume van die houer by 'n konstante temperatuur (2)

1.7 Die tabel hieronder toon die ionisasiekonstantes, K_a , vir twee sure by 25°C .

| SUUR | K_a |
|-------------|----------------------|
| Butanoësuur | $1,5 \times 10^{-5}$ |
| Etanoësuur | $1,8 \times 10^{-5}$ |

Beskou die volgende stellings vir hierdie twee sure wanneer hulle gelyke konsentrasie by 25°C het:

- (i) Beide is swak sure.
- (ii) Butanoësuur is 'n sterker suur as etanoësuur.
- (iii) Die butanoësuuroplossing het 'n laer konsentrasie van hidroniumioon, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, as die etanoësuuroplossing.

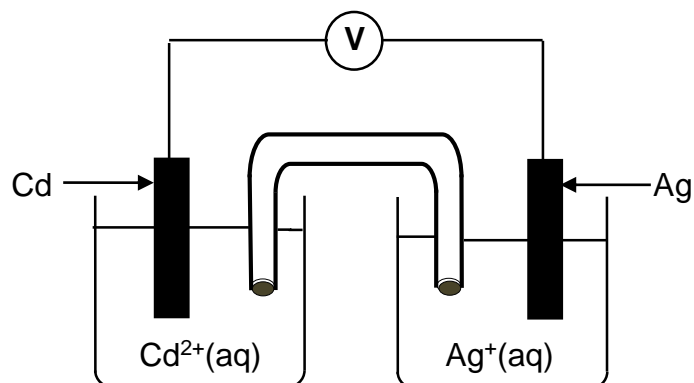
Watter van die stellings hierbo is WAAR?

- A Slegs (i) en (ii)
- B Slegs (i) en (iii)
- C Slegs (ii) en (iii)
- D (i), (ii) en (iii) (2)

1.8 Watter EEN van die volgende pare sure en basisse, wat almal dieselfde konsentrasie het, reageer om die hoogste pH by die ekwivalensiepunt in 'n titrasie by 25°C te gee?

- A HCl en NH_3
- B HCl en NaOH
- C HNO_3 en KOH
- D CH_3COOH en NaOH (2)

1.9 'n Standaard galvaniese sel word opgestel, soos hieronder getoon.

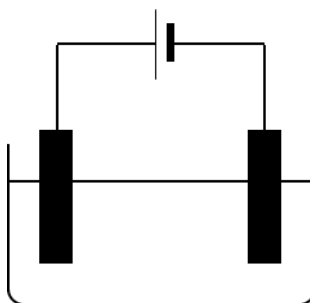


Watter EEN van die volgende kombinasies van die metaal wat as katode gebruik word en die elektronvloeirigting is KORREK?

| | METAAL AS KATODE GEBRUIK | ELEKTRONVLOEIRIGTING |
|---|-----------------------------|----------------------|
| A | Cd | Cd na Ag |
| B | Ag | Cd na Ag |
| C | Cd | Ag na Cd |
| D | Ag | Ag na Cd |

(2)

1.10 'n Elektrolitiese sel word opgestel om 'n ysterstaaf met nikkel te elektroplateer, soos in die diagram hieronder getoon.



Beskou die volgende stellings:

- (i) Die ysterstaaf is die negatiewe elektrode.
- (ii) Die metaalione in die oplossing ondergaan reduksie.
- (iii) Die anode is suiwer nikkel.

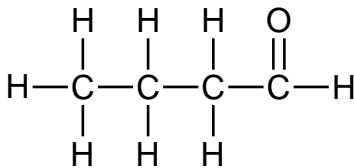
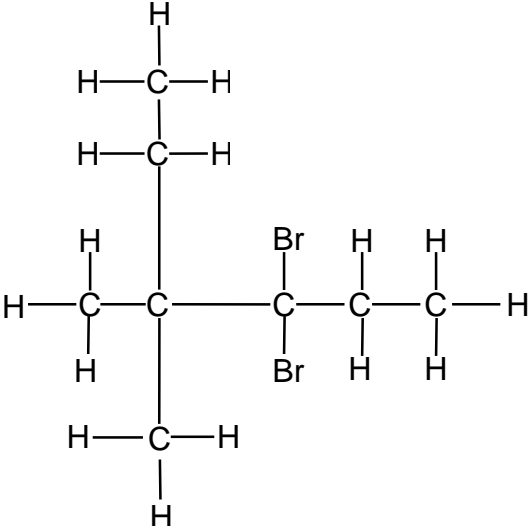
Watter van die stellings hierbo is WAAR?

- A Slegs (i) en (ii)
- B Slegs (i) en (iii)
- C Slegs (ii) en (iii)
- D (i), (ii) en (iii)

(2)
[20]

VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die letters **A** tot **H** in die tabel hieronder verteenwoordig organiese verbindings.

| | | | |
|----------|---|----------|--|
| A |  | B |  |
| C | Butanoon | D | $C_4H_{10}O$ |
| E | $CH_3C(CH_3)_2CCCH_3$ | F | $CH_3COO(CH_2)_2CH_3$ |
| G | $C_4H_8O_2$ | H | $CH_3C(CH_3)_2CH_2CH_3$ |

2.1 Skryf die LETTER neer wat ELK van die volgende verteenwoordig:

2.1.1 'n Alkohol (1)

2.1.2 'n Verbinding met 'n formielgroep (1)

2.1.3 'n Onversadigde verbinding (1)

2.2 Skryf die IUPAC-naam neer van verbinding:

2.2.1 **B** (3)

2.2.2 **E** (3)

2.3 Twee verskillende verbindings in die tabel hierbo is funksionele isomere.

2.3.1 Definieer die term *funksionele isomeer*. (2)

2.3.2 Skryf die LETTERS neer wat hierdie funksionele isomere verteenwoordig. (1)

- 2.4 Verbinding **F** word gevorm wanneer 'n karboksiesuur met 'n ander organiese verbinding, **X**, in die teenwoordigheid van 'n katalisator reageer.

Skryf neer die:

- 2.4.1 NAAM of FORMULE van die katalisator (1)
- 2.4.2 Tipe reaksie (1)
- 2.4.3 STRUKTUURFORMULE van verbinding **F** (2)
- 2.4.4 IUPAC-naam van verbinding **X** (2)
- [18]**

VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die dampdrukke van verskillende organiese verbindings word by 20 °C bepaal. Die dampdrukke van verbindings **A**, **B** en **C** word NIE in die tabel getoon NIE.

| VERBINDING | IUPAC-NAAM | MOLÊRE MASSA (g·mol ⁻¹) | DAMPDRUK (kPa) BY 20 °C |
|------------|---------------------|---|----------------------------|
| A | Pentaaan | 72 | |
| B | 2-metielbutaan | 72 | |
| C | 2,2-dimetielpropaan | 72 | |
| D | Propanoësuur | 74 | 0,32 |
| E | Butanaal | 72 | 12,2 |

- 3.1 Definieer die term *dampdruk*. (2)
- 3.2 Die dampdruk van verbindings **A**, **B** en **C** word in willekeurige volgorde hieronder gegee.

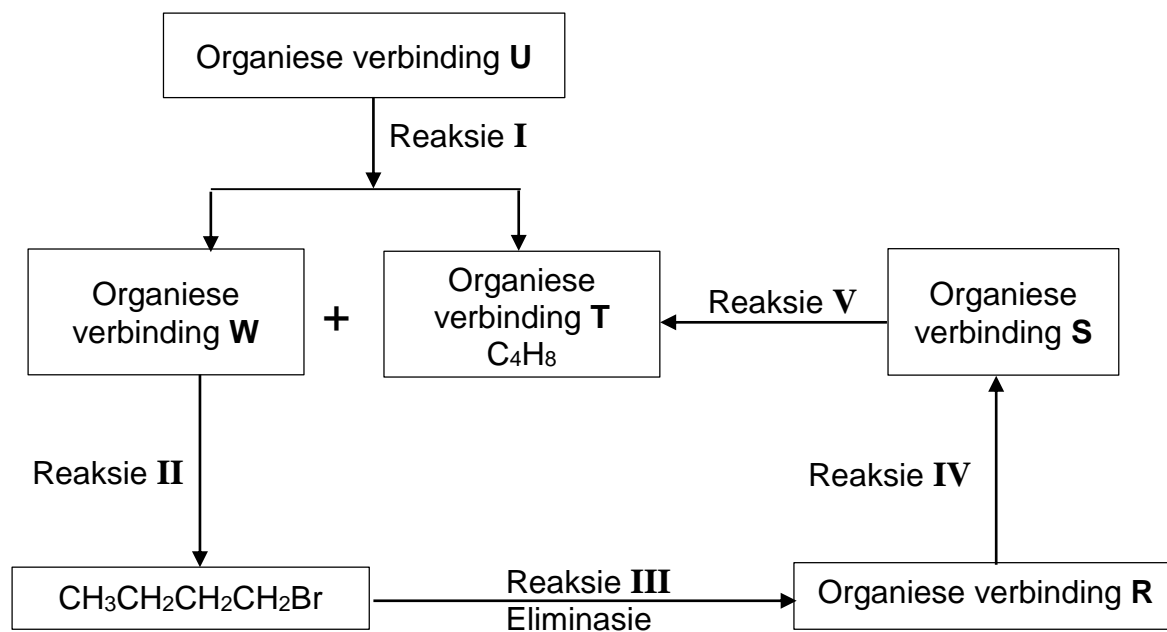
| | | |
|--------|---------|--------|
| 79 kPa | 146 kPa | 58 kPa |
|--------|---------|--------|

- 3.2.1 Skryf die dampdruk van verbinding **C** neer. (1)
- 3.2.2 Verduidelik jou antwoord op VRAAG 3.2.1 volledig. (3)
- 3.3 Verbindings **D** en **E** word vergelyk.
- 3.3.1 Watter verbinding het die laagste kookpunt? (1)
- 3.3.2 Verduidelik die verskil tussen die dampdrukke van verbindings **D** en **E** volledig. (4)
- [11]**

VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

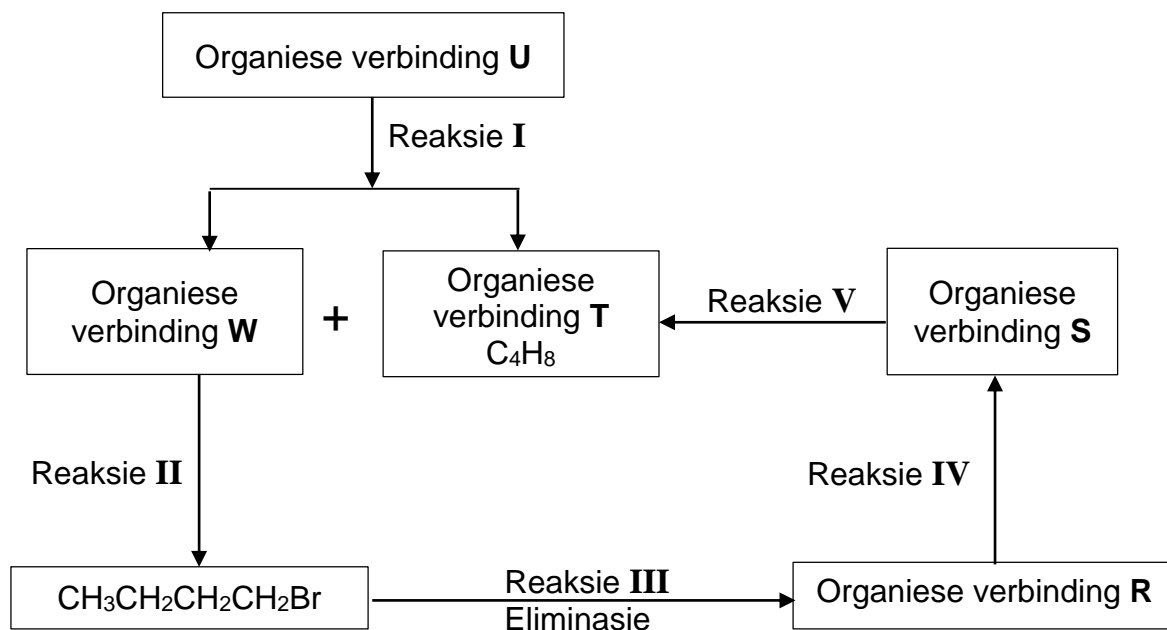
Bestudeer die vloeiagram hieronder.

Reaksie **I** is 'n KRAKINGSREAKSIE wat twee organiese verbindings, **W** en **T**, as die ENIGSTE produkte vorm.



- 4.1 Definieer die term *krakingsreaksie*. (2)
- 4.2 Is die produk in reaksie **II** 'n PRIMÊRE, SEKONDÊRE of TERSIÊRE haloalkaan? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 4.3 Skryf neer die:
- 4.3.1 STRUKTUURFORMULE van verbinding **W** (3)
- 4.3.2 MOLEKULÊRE formule van verbinding **U** (1)
- 4.4 Vir reaksie **II**, skryf neer:
- 4.4.1 Die NAAM of FORMULE van die anorganiese reaktans (1)
- 4.4.2 Die tipe reaksie (Kies uit SUBSTITUSIE, ADDISIE of ELIMINASIE.) (1)
- 4.4.3 EEN reaksietoestand (1)

Die vloeidiagram op bladsy 9 is hieronder vir maklike verwysing oorgeteken.



4.5 Skryf die TIPE eliminasië in reaksie **III** neer. (1)

4.6 Verbindings **R** en **T** is posisie-isomere.

Die anorganiese reagentie wat hieronder getoon word, is beskikbaar vir reaksies **IV** en **V**.

| | | | | |
|-----------------|--|---------------|-----|----------------|
| Br ₂ | H ₂ SO ₄ (gekons.) | NaOH(gekons.) | HBr | H ₂ |
|-----------------|--|---------------|-----|----------------|

Skryf neer:

4.6.1 Die gebalanseerde vergelyking vir reaksie **IV**, met gebruik van STRUKTUURFORMULES en die korrekte anorganiese reagentie hierbo getoon (5)

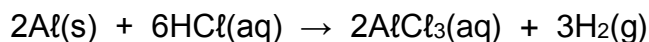
4.6.2 Die gebalanseerde vergelyking vir reaksie **V**, met gebruik van STRUKTUURFORMULES en die korrekte reagentie hierbo getoon (3)

4.6.3 Die IUPAC-naam van verbinding **T** (2)
[22]

VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 5.1 Die reaksie tussen suiwer aluminium, Al(s) , en OORMAAT soutsuur, HCl(aq) , word gebruik om die faktore te ondersoek wat die reaksietempo beïnvloed.

Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:

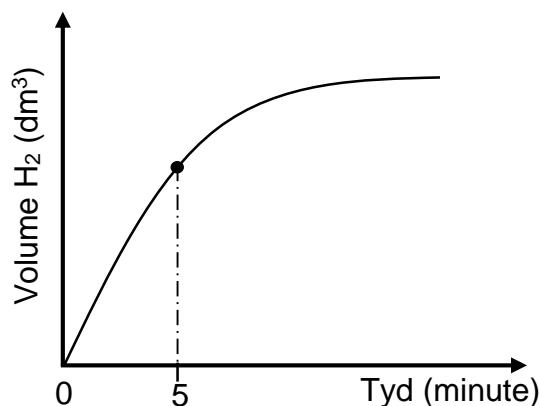


- 5.1.1 Definieer die term *reaksietempo*. (2)

EKSPERIMENT I

In hierdie eksperiment reageer $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HCl -oplossing met 'n 0,5 g Al -strook van 'n aluminiumrol by kamertemperatuur.

Die grafiek van volume $\text{H}_2\text{(g)}$ teenoor tyd vir hierdie eksperiment, nie volgens skaal geteken nie, word hieronder getoon.



- 5.1.2 Vir die tydinterval $t = 0$ tot $t = 5$ minute is die gemiddelde reaksietempo vir die vorming van $\text{H}_2\text{(g)}$, $0,033 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$.

Bereken die massa Al teenwoordig in die houër by $t = 5$ minute. Neem die molêre gasvolume as $24,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$. (6)

Neem aan dat die konsentrasie van die HCl(aq) vir die duur van die reaksie konstant bly.

- 5.1.3 Gebruik die botsingsteorie om die verandering in die reaksietempo van $t = 0$ tot $t = 5$ minute te verduidelik. (4)

EKSPERIMENT II

Eksperiment I word herhaal deur 'n $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HCl -oplossing te gebruik.

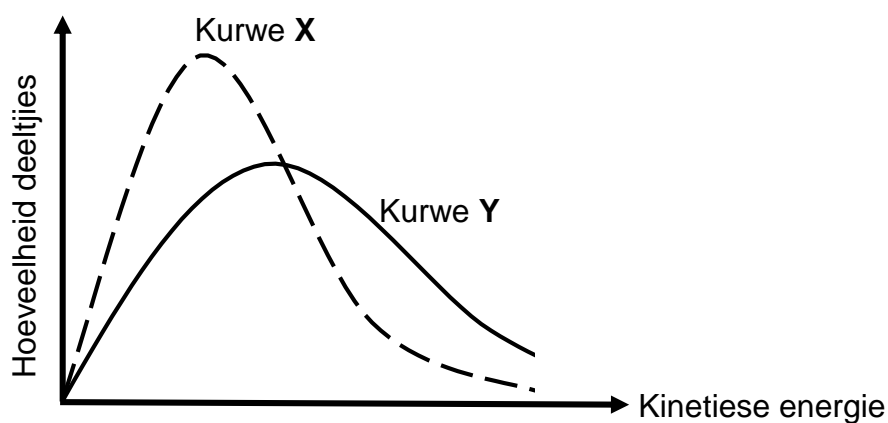
- 5.1.4 Teken die grafiek hierbo in jou ANTWOORDEBOEK oor (GEEN numeriese waardes hoef getoon te word NIE) en benoem die kurwe **A**. Op dieselfde assentelsel, teken die kurwe wat verkry sal word vir Eksperiment II. Benoem dit as kurwe **B**. (2)

EKSPERIMENT III

Eksperiment I word herhaal deur 0,5 g suiwer verpoeierde Al te gebruik.

5.1.5 Hoe sal die volume $H_2(g)$ wat geproduseer is in Eksperiment III vergelyk met dié in Eksperiment I? Kies uit GROTER AS, KLEINER AS of GELYK AAN. (1)

5.2 Kurwe X is die Maxwell Boltzmann-verspreidingskuwe vir 'n reaksie onder 'n stel reaksietoestande. 'n Verandering is aan een van die reaksietoestande gemaak om kurwe Y te verkry.



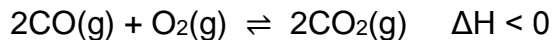
5.2.1 Watter verandering is gemaak om kurwe Y te verkry? (1)

5.2.2 Gee 'n rede vir die antwoord op VRAAG 5.2.1. (1)

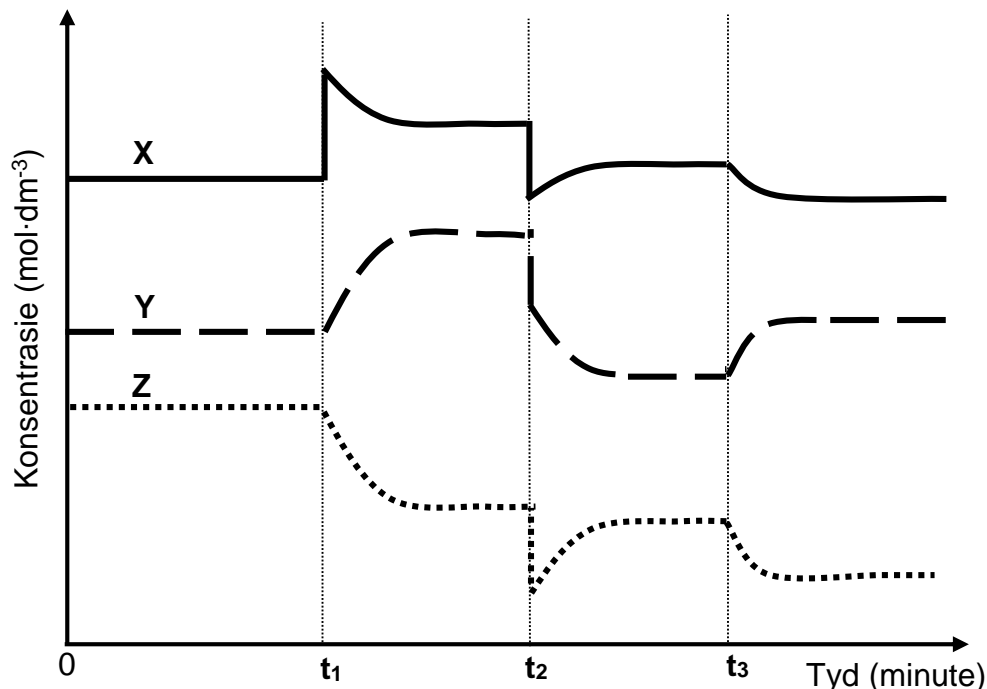
[17]

VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 6.1 Die reaksie van koolstofmonoksiedgas, CO(g) , met suurstofgas, $\text{O}_2\text{(g)}$, word ondersoek. Die reaksie bereik ewewig in 'n geslote houer by konstante temperatuur $T\text{ }^\circ\text{C}$, volgens die gebalanseerde vergelyking:

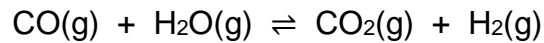


Veranderinge aan die ewewigstoestande word by verskillende tye gemaak. Die grafiek toon die resultate verkry. **X**, **Y** en **Z** verteenwoordig die gasse in die reaksie hierbo.



- 6.1.1 Definieer die term *chemiese ewewig*. (2)
- Gebruik die grafiek om die vrae hieronder te beantwoord.
- 6.1.2 By t_1 word suurstof, $\text{O}_2\text{(g)}$, by die houer gevoeg. Skryf die letter neer wat $\text{O}_2\text{(g)}$ verteenwoordig. Kies uit **X**, **Y** of **Z**. (1)
- 6.1.3 By t_2 word die druk aangepas deur die volume van die houer te verander. Is die druk VERHOOG of VERLAAG? (1)
- 6.1.4 Gee 'n rede vir die antwoord op VRAAG 6.1.3. (1)
- 6.1.5 Skryf die NAAM of FORMULE neer van die gas wat deur die letter **Z** verteenwoordig word. (1)
- 6.1.6 Gee 'n rede vir die antwoord op VRAAG 6.1.5. (1)
- 6.1.7 Watter verandering in temperatuur word by t_3 gemaak? Kies tussen VERHOOG of VERLAAG. (1)
- 6.1.8 Gebruik Le Chatelier se beginsel om die antwoord op VRAAG 6.1.7 te verduidelik. (3)

- 6.2 Koolstofmonoksiedgas, CO(g) , reageer met waterdamp, $\text{H}_2\text{O(g)}$, by $T\text{ }^\circ\text{C}$. Die reaksie bereik chemiese ewewig volgens die gebalanseerde vergelyking:



Aanvanklik is 0,6 mol CO(g) , 0,6 mol $\text{H}_2\text{O(g)}$, 0,1 mol koolstofdiksiedgas, $\text{CO}_2\text{(g)}$, en 0,1 mol waterstofgas, $\text{H}_2\text{(g)}$, in 'n 2 dm^3 -fles gemeng en verseël.

Indien die ewewigskonstante, K_c , vir hierdie reaksie by $T\text{ }^\circ\text{C}$ 4 is, bereken die massa CO(g) wat by ewewig in die fles teenwoordig is.

(9)
[20]

VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Gehidrateerde kaliumkarbonaat, $K_2CO_3 \cdot xH_2O$, is 'n SWAK BASIS. 'n Oplossing word voorberei deur van hierdie vaste stof in water op te los.

7.1 Definieer die term *swak basis*. (2)

7.2 Skryf die formule van die gekonjugeerde suur van die karbonaatioon, $CO_3^{2-}(aq)$, neer. (1)

'n Soutsuuroplossing, $HCl(aq)$, met 'n konsentrasie van $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, word met die voorbereide kaliumkarbonaatoplossing, $K_2CO_3(aq)$, met 'n onbekende konsentrasie getitreer.

Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:



Die resultate van die titrasie word hieronder gegee.

| | VOLUME $HCl(aq)$ GEBRUIK (cm^3) | $K_2CO_3(aq)$ IN BURET | | VOLUME $K_2CO_3(aq)$ GEBRUIK (cm^3) |
|----------------|---|--|--|---|
| | | OORSPONKLIKE BURETLESING (cm^3) | FINALE BURETLESING (cm^3) | |
| Lopie 1 | 25 | 6,5 | p | 20,05 |
| Lopie 2 | 25 | q | 48,3 | 20,15 |

7.3 Bepaal die waarde van:

7.3.1 **p** (1)

7.3.2 **q** (1)

7.4 METIELORANJE word as indikator gebruik. Verduidelik waarom metieloranje die geskikste indikator vir hierdie titrasie is deur na die pH by die ekwivalensiepunt te verwys. (2)

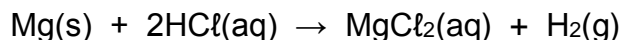
7.5 Bereken die konsentrasie van die K_2CO_3 -oplossing. (5)

Die K_2CO_3 -oplossing hierbo wat in die titrasie gebruik is, is voorberei deur 6,525 g van die gehidrateerde kaliumkarbonaat, $K_2CO_3 \cdot xH_2O$, in 600 cm^3 water op te los.

7.6 Bereken die waarde van **x** in die formule $K_2CO_3 \cdot xH_2O$. (5)
[17]

VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 8.1 Verdunde soutsuur, HCl(aq) , reageer met magnesium, Mg(s) , by $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



- 8.1.1 Gebruik oksidasiegetalle vir ELK van die reaktanse en verduidelik waarom hierdie reaksie 'n redoksreaksie is. (2)

- 8.1.2 Skryf die FORMULE van die oksideermiddel in hierdie reaksie neer. (1)

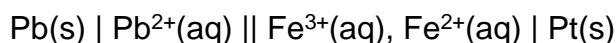
Daar word waargeneem dat verdunde soutsuur nie by $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ met koper, Cu(s) , reageer nie.

- 8.1.3 Verduidelik hierdie waarneming deur na die relatiewe sterktes van die reduseermiddels te verwys. (2)

- 8.1.4 Sal verdunde salpetersuur, $\text{HNO}_3\text{(aq)}$, by $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ met koper, Cu(s) , reageer? Kies uit JA of NEE.

Verduidelik die antwoord in terme van die relatiewe sterktes van die oksideermiddels. (3)

- 8.2 'n Galvaniese sel word deur die volgende selnotasie voorgestel:



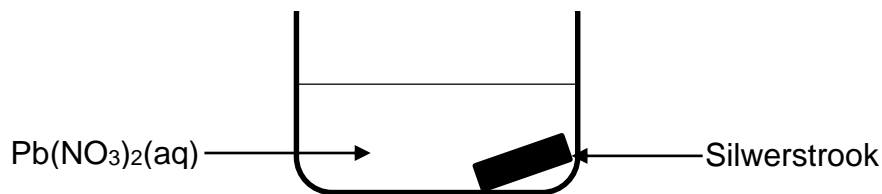
- 8.2.1 Skryf die gebalanseerde netto ioniese vergelyking vir hierdie sel neer. (3)

'n Sterker reduseermiddel word nou met dieselfde oksideermiddel, onder dieselfde toestande, gebruik.

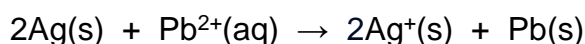
- 8.2.2 Hoe sal dit die aanvanklike emk van die sel beïnvloed? Kies uit TOENEEM, AFNEEM of GEEN EFFEK NIE. (1)
[12]

VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 9.1 'n Silwerstrook word by 25 °C by 'n 1 mol·dm⁻³-oplossing van Pb(NO₃)₂ gevoeg.



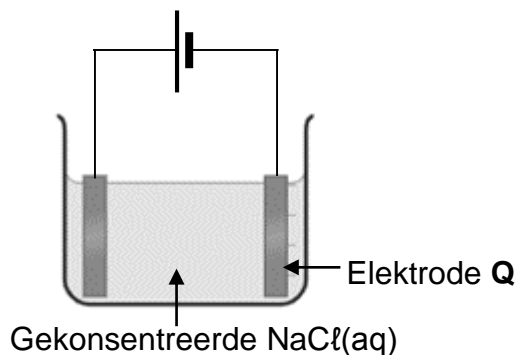
Beskou die reaksie hieronder.



Deur middel van 'n berekening, bepaal of hierdie reaksie SPONTAAN is of NIE SPONTAAN is nie.

(5)

- 9.2 Die vereenvoudigde diagram hieronder stel 'n elektrolitiese sel voor. Die elektrodes is van koolstof gemaak.



- 9.2.1 Definieer 'n *elektroliet*. (2)
- 9.2.2 Skryf die OORHEERSENDE oksidasiehalfreaksie neer wat in hierdie sel plaasvind. (2)
- 9.2.3 Skryf die NAME of FORMULES neer van die produkte wat by elektrode **Q** gevorm word. (2)
- 9.2.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 9.2.3 deur na die relatiewe sterktes van die betrokke oksideermiddels te verwys. (2)

[13]**TOTAAL: 150**

**DATA FOR PHYSICAL SCIENCES GRADE 12
PAPER 2 (CHEMISTRY)**

**GEGEWENS VIR FISIESE WETENSKAPPE GRAAD 12
VRAESTEL 2 (CHEMIE)**

TABLE 1: PHYSICAL CONSTANTS/TABEL 1: FISIESE KONSTANTES

| NAME/NAAM | SYMBOL/SIMBOOL | VALUE/WAARDE |
|---|----------------|---|
| Standard pressure <i>Standaarddruk</i> | p^θ | $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ |
| Molar gas volume at STP <i>Molêre gasvolume by STD</i> | V_m | $22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Standard temperature <i>Standaardtemperatuur</i> | T^θ | 273 K |
| Charge on electron <i>Lading op elektron</i> | e | $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Avogadro's constant <i>Avogadro-konstante</i> | N_A | $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |

TABLE 2: FORMULAE/TABEL 2: FORMULES

| | |
|---|---|
| $n = \frac{m}{M}$ | $n = \frac{N}{N_A}$ |
| $c = \frac{n}{V}$ or/of $c = \frac{m}{MV}$ | $n = \frac{V}{V_m}$ |
| $\frac{c_a V_a}{c_b V_b} = \frac{n_a}{n_b}$ | $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ |
| $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ at/by } 298 \text{ K}$ | |
| $E_{\text{cell}}^\theta = E_{\text{cathode}}^\theta - E_{\text{anode}}^\theta / E_{\text{sel}}^\theta = E_{\text{katode}}^\theta - E_{\text{anode}}^\theta$ or/of $E_{\text{cell}}^\theta = E_{\text{reduction}}^\theta - E_{\text{oxidation}}^\theta / E_{\text{sel}}^\theta = E_{\text{reduksie}}^\theta - E_{\text{oksidasie}}^\theta$ or/of $E_{\text{cell}}^\theta = E_{\text{oxidising agent}}^\theta - E_{\text{reducing agent}}^\theta / E_{\text{sel}}^\theta = E_{\text{oksideermiddel}}^\theta - E_{\text{reduseermiddel}}^\theta$ | |
| $I = \frac{Q}{\Delta t}$ | $n = \frac{Q}{q_e}$ where n is the number of electrons/ waar n die aantal elektrone is |

TABLE 3: THE PERIODIC TABLE OF ELEMENTS
TABEL 3: DIE PERIODIEKE TABEL VAN ELEMENTE

| 1 (I) | 2 (II) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 (III) | 14 (IV) | 15 (V) | 16 (VI) | 17 (VII) | 18 (VIII) |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1 2,1 H 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4 |
| 3 1,0 Li 7 | 4 1,5 Be 9 | | | | | | | | | | | 5 2,0 B 11 | 6 2,5 C 12 | 7 3,0 N 14 | 8 3,5 O 16 | 9 4,0 F 19 | 10 Ne 20 |
| 11 0,9 Na 23 | 12 1,2 Mg 24 | | | | | | | | | | | 13 1,5 Al 27 | 14 1,8 Si 28 | 15 2,1 P 31 | 16 2,5 S 32 | 17 3,0 Cl 35,5 | 18 Ar 40 |
| 19 0,8 K 39 | 20 1,0 Ca 40 | 21 1,3 Sc 45 | 22 1,5 Ti 48 | 23 1,6 V 51 | 24 1,6 Cr 52 | 25 1,5 Mn 55 | 26 1,8 Fe 56 | 27 1,8 Co 59 | 28 1,8 Ni 59 | 29 1,9 Cu 63,5 | 30 1,6 Zn 65 | 31 1,6 Ga 70 | 32 1,8 Ge 73 | 33 2,0 As 75 | 34 2,4 Se 79 | 35 2,8 Br 80 | 36 Kr 84 |
| 37 0,8 Rb 86 | 38 1,0 Sr 88 | 39 1,2 Y 89 | 40 1,4 Zr 91 | 41 Nb 92 | 42 1,8 Mo 96 | 43 1,9 Tc | 44 2,2 Ru 101 | 45 2,2 Rh 103 | 46 2,2 Pd 106 | 47 1,9 Ag 108 | 48 1,7 Cd 112 | 49 1,7 In 115 | 50 1,8 Sn 119 | 51 1,9 Sb 122 | 52 2,1 Te 128 | 53 2,5 I 127 | 54 Xe 131 |
| 55 0,7 Cs 133 | 56 0,9 Ba 137 | 57 La 139 | 72 1,6 Hf 179 | 73 Ta 181 | 74 W 184 | 75 Re 186 | 76 Os 190 | 77 Ir 192 | 78 Pt 195 | 79 Au 197 | 80 Hg 201 | 81 1,8 Tl 204 | 82 1,8 Pb 207 | 83 1,9 Bi 209 | 84 2,0 Po | 85 2,5 At | 86 Rn |
| 87 0,7 Fr | 88 0,9 Ra 226 | 89 Ac | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 58 Ce 140 | 59 Pr 141 | 60 Nd 144 | 61 Pm | 62 Sm 150 | 63 Eu 152 | 64 Gd 157 | 65 Tb 159 | 66 Dy 163 | 67 Ho 165 | 68 Er 167 | 69 Tm 169 | 70 Yb 173 | 71 Lu 175 | |
| | | | 90 Th 232 | 91 Pa | 92 U 238 | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr | |

KEY/SLEUTEL

Atomic number
Atoomgetal

Electronegativity
Elektronegatiwiteit

Symbol
Simbool

Approximate relative atomic mass
Benaderde relatiewe atoommassa

29
Cu
63,5

TABLE 4A: STANDARD REDUCTION POTENTIALS

TABEL 4A: STANDAARD-REDUKSIEPOTENSIALE

Increasing strength of oxidising agents/Toenemende sterkte van oksideermiddels

| Half-reactions/Halfreaksies | E° (V) |
|---|-------------|
| $F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-$ | + 2,87 |
| $Co^{3+} + e^- \rightleftharpoons Co^{2+}$ | + 1,81 |
| $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$ | +1,77 |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$ | + 1,51 |
| $Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$ | + 1,36 |
| $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$ | + 1,33 |
| $O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$ | + 1,23 |
| $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$ | + 1,23 |
| $Pt^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pt$ | + 1,20 |
| $Br_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$ | + 1,07 |
| $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightleftharpoons NO(g) + 2H_2O$ | + 0,96 |
| $Hg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Hg(l)$ | + 0,85 |
| $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$ | + 0,80 |
| $NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons NO_2(g) + H_2O$ | + 0,80 |
| $Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$ | + 0,77 |
| $O_2(g) + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2O_2$ | + 0,68 |
| $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$ | + 0,54 |
| $Cu^+ + e^- \rightleftharpoons Cu$ | + 0,52 |
| $SO_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons S + 2H_2O$ | + 0,45 |
| $2H_2O + O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ | + 0,40 |
| $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$ | + 0,34 |
| $SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons SO_2(g) + 2H_2O$ | + 0,17 |
| $Cu^{2+} + e^- \rightleftharpoons Cu^+$ | + 0,16 |
| $Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$ | + 0,15 |
| $S + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2S(g)$ | + 0,14 |
| $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ | 0,00 |
| $Fe^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Fe$ | - 0,06 |
| $Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb$ | - 0,13 |
| $Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$ | - 0,14 |
| $Ni^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ni$ | - 0,27 |
| $Co^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Co$ | - 0,28 |
| $Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$ | - 0,40 |
| $Cr^{3+} + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}$ | - 0,41 |
| $Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$ | - 0,44 |
| $Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$ | - 0,74 |
| $Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$ | - 0,76 |
| $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-$ | - 0,83 |
| $Cr^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cr$ | - 0,91 |
| $Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$ | - 1,18 |
| $Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$ | - 1,66 |
| $Mg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$ | - 2,36 |
| $Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na$ | - 2,71 |
| $Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$ | - 2,87 |
| $Sr^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sr$ | - 2,89 |
| $Ba^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ba$ | - 2,90 |
| $Cs^+ + e^- \rightleftharpoons Cs$ | - 2,92 |
| $K^+ + e^- \rightleftharpoons K$ | - 2,93 |
| $Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$ | - 3,05 |

Increasing strength of reducing agents/Toenemende sterkte van reduseermiddels

TABLE 4B: STANDARD REDUCTION POTENTIALS

TABEL 4B: STANDAARD-REDUKSIEPOTENSIALE

Increasing strength of oxidising agents/Toenemende sterkte van oksideermiddels

| Half-reactions/Halfreaksies | E° (V) |
|--|--------|
| $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$ | - 3,05 |
| $\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$ | - 2,93 |
| $\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cs}$ | - 2,92 |
| $\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ba}$ | - 2,90 |
| $\text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sr}$ | - 2,89 |
| $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$ | - 2,87 |
| $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$ | - 2,71 |
| $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$ | - 2,36 |
| $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$ | - 1,66 |
| $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$ | - 1,18 |
| $\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$ | - 0,91 |
| $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$ | - 0,83 |
| $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$ | - 0,76 |
| $\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$ | - 0,74 |
| $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$ | - 0,44 |
| $\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$ | - 0,41 |
| $\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}$ | - 0,40 |
| $\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}$ | - 0,28 |
| $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$ | - 0,27 |
| $\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}$ | - 0,14 |
| $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$ | - 0,13 |
| $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$ | - 0,06 |
| $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$ | 0,00 |
| $\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ | + 0,14 |
| $\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$ | + 0,15 |
| $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$ | + 0,16 |
| $\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$ | + 0,17 |
| $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ | + 0,34 |
| $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ | + 0,40 |
| $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ | + 0,45 |
| $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ | + 0,52 |
| $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$ | + 0,54 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$ | + 0,68 |
| $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ | + 0,77 |
| $\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$ | + 0,80 |
| $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$ | + 0,80 |
| $\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}(\text{l})$ | + 0,85 |
| $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$ | + 0,96 |
| $\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$ | + 1,07 |
| $\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}$ | + 1,20 |
| $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ | + 1,23 |
| $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ | + 1,23 |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ | + 1,33 |
| $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$ | + 1,36 |
| $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ | + 1,51 |
| $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ | + 1,77 |
| $\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$ | + 1,81 |
| $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-$ | + 2,87 |

Increasing strength of reducing agents/Toenemende sterkte van reduseermiddels