



# basic education

---

Department:  
Basic Education  
**REPUBLIC OF SOUTH AFRICA**

## **SENIORSERTIFIKAAT-EKSAMEN**

**FISIESE WETENSKAPPE: CHEMIE (V2)**

**2016**

**PUNTE: 150**

**TYD: 3 uur**

**Hierdie vraestel bestaan uit 15 bladsye en 4 gegewensblaaië.**

**INSTRUKSIES EN INLIGTING**

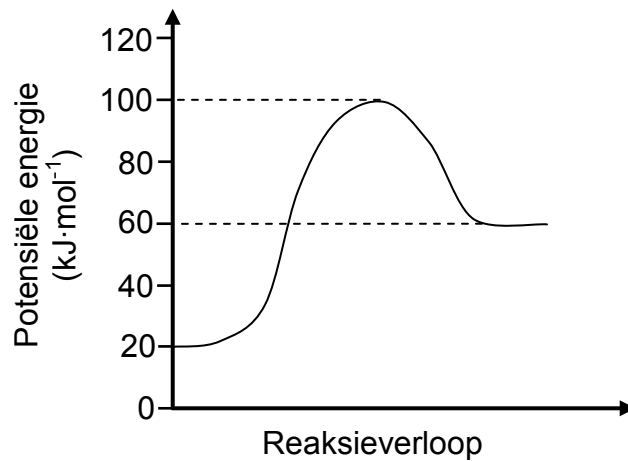
1. Skryf jou sentrumnommer en eksamennommer in die toepaslike ruimtes op die ANTWOORDEBOEK neer.
2. Hierdie vraestel bestaan uit TIEN vrae. Beantwoord AL die vrae in die ANTWOORDEBOEK.
3. Begin ELKE vraag op 'n NUWE bladsy in die ANTWOORDEBOEK.
4. Nommer die antwoorde korrek volgens die nommeringstelsel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

**VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE**

Vier 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 vraagnommer (1.1–1.10) in die ANTWOORDEBOEK neer, byvoorbeeld 1.11 E.

- 1.1 'n Verbinding met die algemene formule  $C_nH_{2n+2}$  is 'n ...
- A alkaan.
  - B alkeen.
  - C alkyn.
  - D alkohol. (2)
- 1.2 Watter EEN van die volgende is 'n produk in ALLE neutralisasiereaksies?
- A  $H^+$
  - B  $H_2O$
  - C  $OH^-$
  - D  $NaCl$  (2)
- 1.3 Watter EEN van die volgende pare produkte word tydens die katalitiese oksidasie van ammoniak gevorm?
- A  $NO_2$  en  $H_2O$
  - B  $NO$  en  $H_2O$
  - C  $NO$  en  $NO_2$
  - D  $H_2O$  en  $HNO_3$  (2)

1.4 Beskou die volgende potensiele-energiediagram vir 'n chemiese reaksie:



Watter EEN van die volgende toon die waardes van die totale energieverandering en die aktiveringsenergie vir hierdie reaksie?

	Energieverandering (kJ·mol <sup>-1</sup> )	Aktiveringsenergie (kJ·mol <sup>-1</sup> )
A	80	40
B	60	100
C	40	80
D	- 40	80

(2)

1.5 Watter EEN van die volgende is 'n funksionele isomeer van butanoësuur?

<b>A</b>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<b>B</b>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
<b>C</b>	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} \\   &   &   & \parallel \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   &   &   & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array}$	<b>D</b>	$\begin{array}{ccc} \text{H} & & \\   & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   & \parallel & \\ \text{H} & \text{O} & \end{array}$

(2)

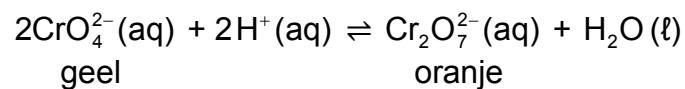
1.6 **P** en **Q** stel twee organiese verbindings in die vloiediagram hieronder voor.



Verbinding **Q** is:

- A  $\text{CH}_2\text{CH}_2$
- B  $\text{CH}_3\text{CH}_3$
- C  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
- D  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (2)

1.7 Chromaat-ione en dichromaat-ione is in ewewig met mekaar in 'n waterige oplossing volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



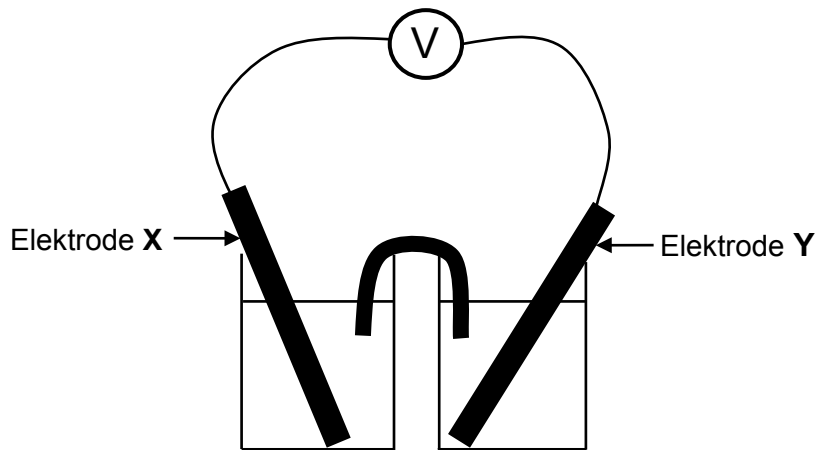
Watter EEN van die volgende reagense moet bygevoeg word om die kleur van die oplossing na geel te verander?

- A  $\text{HNO}_3$
- B  $\text{HCl}$
- C  $\text{NaOH}$
- D  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (2)

1.8 Watter EEN van die volgende is 'n NIESPONTANE redoksreaksie? Verwys na die Tabel van Standaard-reduksiepotensiale (Tabel 4A of 4B).

- A  $\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
- B  $\text{Cu(s)} + \text{FeCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{aq}) + \text{Fe(s)}$
- C  $2\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$
- D  $2\text{Al(s)} + 3\text{Ni(NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Al(NO}_3)_3(\text{aq}) + 3\text{Ni(s)}$  (2)

- 1.9 Die letters **X** en **Y** stel twee metaal-elektrodes in die elektrochemiese sel hieronder voor.



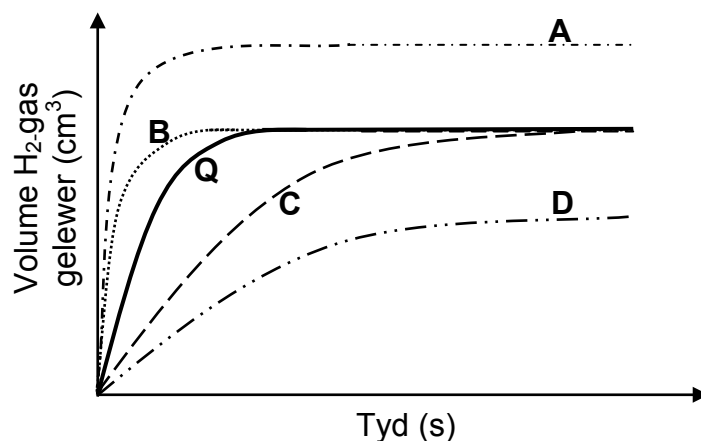
Die MASSA VAN ELEKTRODE X NEEM TOE wanneer die sel funksioneer.

Watter EEN van die volgende is die KORREKTE selnotasie vir hierdie sel?

- A  $Y(s) | Y^{2+}(aq) || X^{+}(aq) | X(s)$
- B  $X(s) | X^{+}(aq) || Y^{2+}(aq) | Y(s)$
- C  $X^{+}(aq) | X(s) || Y(s) | Y^{2+}(aq)$
- D  $Y^{2+}(aq) | Y(s) || X(s) | X^{+}(aq)$  (2)

- 1.10 Grafiek **Q** (die soliede lyn) hieronder is vir die reaksie van  $100 \text{ cm}^3$  van 'n  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  HCl-oplossing met oormaat magnesiumpoëier verkry.

Watter grafiek (**A**, **B**, **C** of **D**) stel die reaksie van  $100 \text{ cm}^3$  van 'n  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ -oplossing met oormaat magnesiumpoëier die waarskynlikste voor?



(2)  
[20]

**VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Beskou die organiese verbindings **A** tot **F** hieronder.

<b>A</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \text{C} = \text{C} \\ \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	<b>B</b>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$
<b>C</b>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	<b>D</b>	2,2-dimetielpropan
<b>E</b>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad \quad    \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	<b>F</b>	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

2.1 Skryf die LETTER neer wat 'n verbinding voorstel wat:

2.1.1 'n Karbonielgroep het (1)

2.1.2 'n Alkohol is (1)

2.1.3 'n KETTINGISOMEER van  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$  is (1)

2.2 Skryf neer die:

2.2.1 IUPAC-naam van verbinding **B** (2)

2.2.2 Struktuurformule van verbinding **F** (2)

2.2.3 IUPAC-naam van 'n POSISIE-isomeer van verbinding **A** (3)

2.3 Verbinding **E** word gevorm wanneer 'n karboksielsuur met 'n ander organiese verbinding reageer.

Skryf neer die:

2.3.1 Homoloë reeks waaraan verbinding **E** behoort (1)

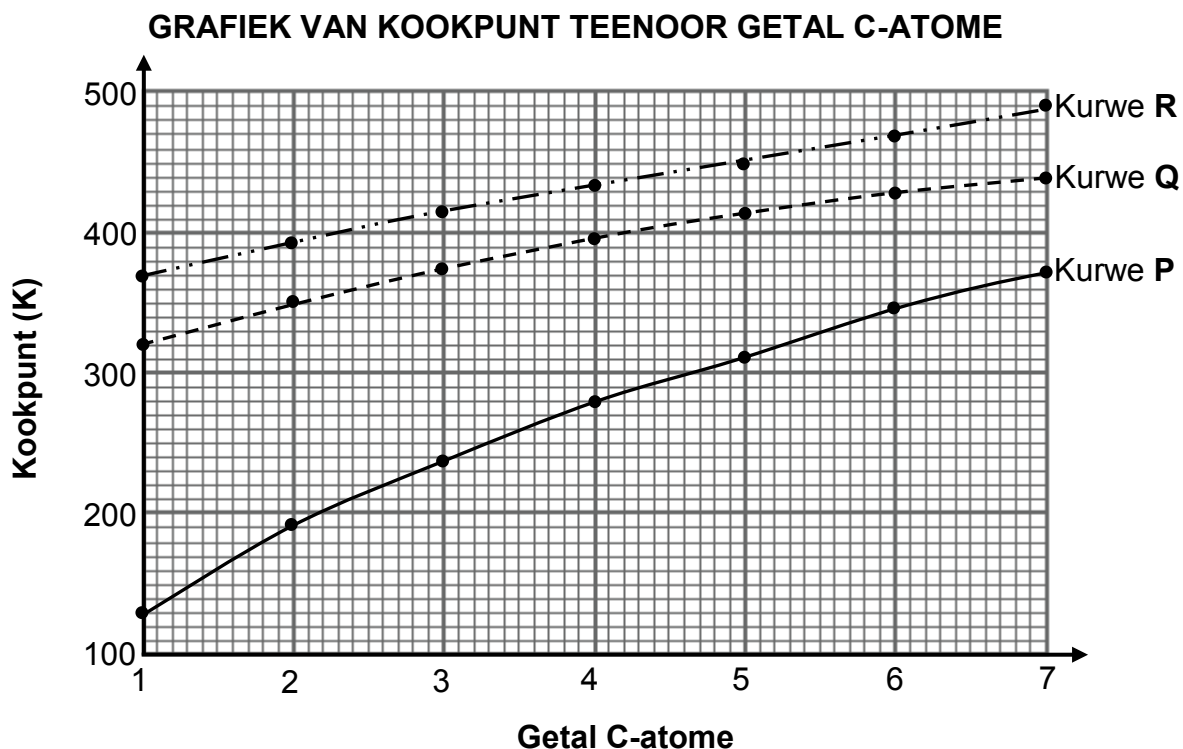
2.3.2 NAAM of FORMULE van die katalisator wat vir die bereiding van verbinding **E** gebruik word (1)

2.3.3 IUPAC-naam van verbinding **E** (2)

**[14]**

**VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Die verwantskap tussen kookpunt en die getal koolstofatome in reguitketting-molekule van alkane, karboksielsure en alkohole word ondersoek. Kurwe **P**, **Q** en **R** word verkry.



3.1 Definieer die term *kookpunt*. (2)

3.2 Skryf 'n gevolgtrekking vir kurwe **P** neer wat uit die resultate hierbo gemaak kan word. (2)

3.3 Identifiseer die kurwe (**P**, **Q** of **R**) wat elk van die volgende voorstel:

3.3.1 Alkane (1)

3.3.2 Karboksielsure (1)

3.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 3.3.2 deur te verwys na die:

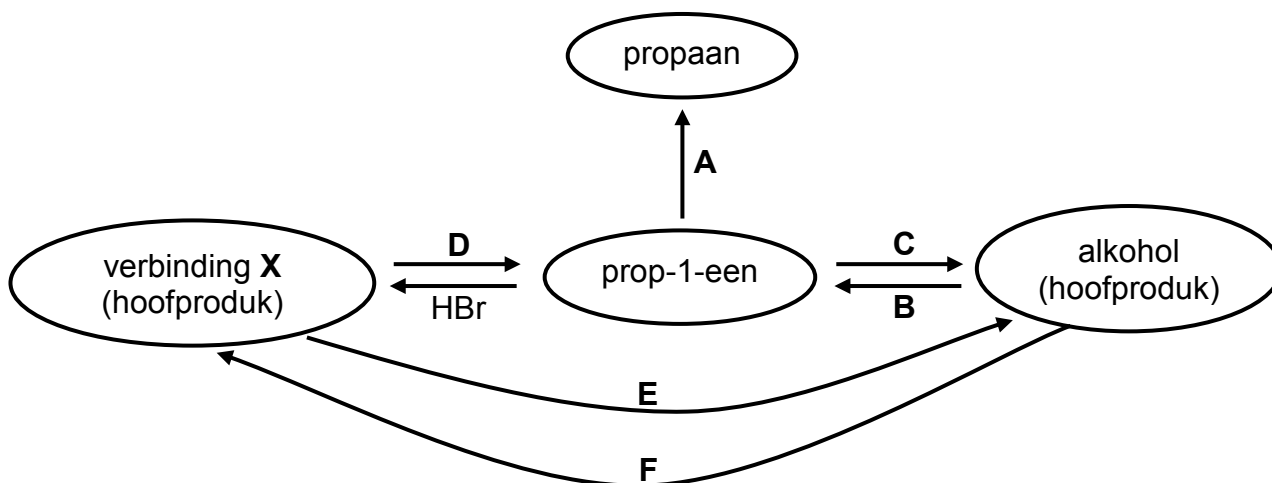
- Tipes intermolekulêre kragte wat in alkane, karboksielsure en alkohole teenwoordig is
- Relatiewe sterktes van hierdie intermolekulêre kragte
- Energie benodig

(5)  
[11]



**VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Die vloeiagram hieronder toon hoe prop-1-een gebruik kan word om ander organiese verbindings te berei.



4.1 Skryf die tipe reaksie neer wat voorgestel word deur:

4.1.1 **A** (1)

4.1.2 **D** (1)

4.1.3 **F** (1)

4.2 Skryf neer die:

4.2.1 NAAM of FORMULE van die katalisator wat vir reaksie **A** nodig word (1)

4.2.2 NAAM of FORMULE van die anorganiese reagens wat vir reaksie **B** nodig word (1)

4.2.3 Soort addisiereaksie wat deur reaksie **C** voorgestel word (1)

4.2.4 IUPAC-naam van verbinding **X** (2)

4.3 Gebruik struktuurformules om 'n gebalanseerde vergelyking vir reaksie **B** neer te skryf. (5)

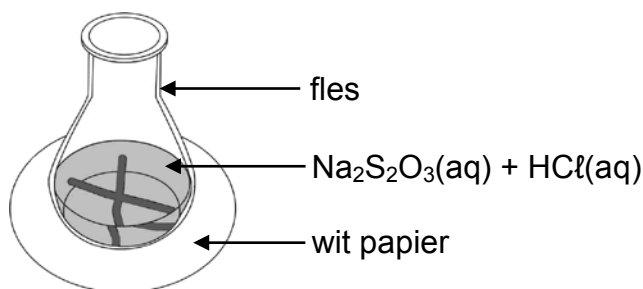
4.4 Beide reaksie **D** en **E** vind in die teenwoordigheid van 'n sterk basis plaas. Noem TWEE toestande wat reaksie **D** bo reaksie **E** sal bevoordeel. (2)  
**[15]**

**VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Die reaksie tussen verdunde soutsuur en natriumtiosulfaat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) word gebruik om een van die faktore wat reaksietempo beïnvloed, te ondersoek. Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:



Die soutsuuroplossing word in 'n fles by die natriumtiosulfaatoplossing gevoeg. Die fles word geplaas oor 'n kruis, wat op 'n vel wit papier geteken is, soos in die diagram hieronder getoon. Die tyd wat dit vir die kruis neem om onsigbaar te word, word gemeet om die reaksietempo te bepaal.



Vier eksperimente, **A** tot **D**, word tydens hierdie ondersoek uitgevoer. Die volumes van die reaktanse wat in elk van die vier eksperimente gebruik word en die tye van die reaksies word in die tabel hieronder opgesom.

Eksperiment	Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ( $\text{cm}^3$ )	Volume $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ( $\text{cm}^3$ )	Volume $\text{HCl}(\text{aq})$ ( $\text{cm}^3$ )	Tyd (s)
<b>A</b>	25	0	5	50,0
<b>B</b>	20	5	5	62,5
<b>C</b>	15	10	5	83,3
<b>D</b>	10	15	5	125,0

- 5.1 Noem TWEE faktore wat die tempo van die reaksie hierbo kan beïnvloed. (2)
- 5.2 Skryf die NAAM of FORMULE neer van die produk wat veroorsaak dat die kruis onsigbaar word. (1)
- 5.3 Gee 'n rede waarom water by die reaksiemengsel in eksperiment **B** tot **D** gevoeg word. (1)
- 5.4 Skryf 'n ondersoekende vraag vir hierdie ondersoek neer. (2)
- 5.5 In watter eksperiment (**A**, **B**, **C** of **D**) is die reaksietempo die hoogste? (1)
- 5.6 Gebruik die botsingsteorie om die verskil in reaksietempo tussen eksperiment **B** en **D** te verduidelik. (3)
- 5.7 Die oorspronklike  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oplossing is berei deur 62,50 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -kristalle in 'n  $250 \text{ cm}^3$  volumetriese fles in gedistilleerde water op te los.  
Bereken die massa swawel, S, wat in eksperiment **D** sal vorm indien  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  die beperkende reaktans is. (7)

(7)  
[17]

**VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Koolstofdiksied reageer met koolstof in 'n geslote stelsel om koolstofmonoksied, CO(g), volgens die volgende gebalanseerde vergelyking te vorm:



- 6.1 Wat dui die dubbele pyl in die vergelyking hierbo aan? (1)
- 6.2 Is die reaksie hierbo 'n EKSOTERMIESE reaksie of 'n ENDOTERMIESE reaksie? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

'n Onbekende hoeveelheid koolstofdiksied word aanvanklik by 800 °C in 'n verseëlde 2 dm<sup>3</sup>-houer aan warm koolstof blootgestel. Die ewewigskonstante, K<sub>c</sub>, vir die reaksie by hierdie temperatuur is 14.

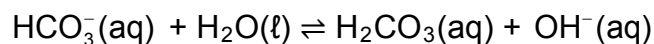
By ewewig word gevind dat 168,00 g koolstofmonoksied teenwoordig is.

- 6.3 Hoe sal die ewewigskonsentrasie van die produk met dié van die reaktanse vergelyk? Kies uit GROTER AS, KLEINER AS of GELYK AAN.  
Gee 'n rede vir die antwoord. (Geen berekening word vereis nie.) (2)
- 6.4 Bereken die aanvanklike hoeveelheid (in mol) CO<sub>2</sub>(g) wat teenwoordig is. (9)
- 6.5 Noem hoe ELK van die volgende die opbrengs van CO(g) by ewewig sal beïnvloed. Kies uit VERMEERDER, VERMINDER of BLY DIESELFDE.
- 6.5.1 Meer koolstof word by konstante temperatuur bygevoeg. (1)
- 6.5.2 Die druk word verhoog. (1)
- 6.5.3 Die temperatuur word verhoog. (1)

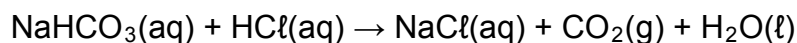
**[17]**

**VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

- 7.1 Waterstofkarbonaat-ione reageer met water volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



- 7.1.1 Definieer 'n *suur* volgens die Lowry-Brønsted-teorie. (2)
- 7.1.2 Skryf die FORMULES van die twee sure in die vergelyking hierbo neer. (2)
- 7.1.3 Skryf die formule van 'n stof in die reaksie hierbo neer wat as 'n amfoliet kan optree. (1)
- 7.2 Tydens 'n eksperiment word  $0,50 \text{ dm}^3$  van 'n  $0,10 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  HCl-oplossing by  $0,80 \text{ dm}^3$  van 'n  $\text{NaHCO}_3$ -oplossing met 'n konsentrasie van  $0,25 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  gevoeg. Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:

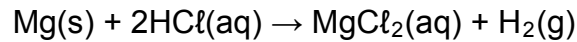


Bereken die:

- 7.2.1 Konsentrasie van die hidroksied-ione in die oplossing by voltooiing van die reaksie (8)
- 7.2.2 pH van die oplossing by voltooiing van die reaksie (4)
- [17]**

**VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Magnesium (Mg) reageer met 'n verdunde soutsuuroplossing,  $\text{HCl}(\text{aq})$ , volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



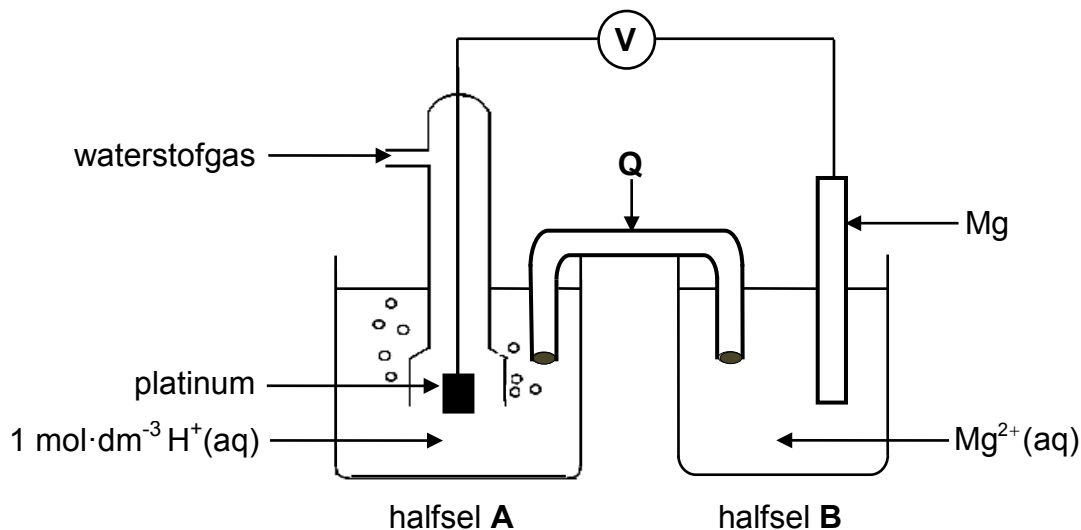
8.1 Gee 'n rede waarom die bostaande reaksie 'n redoksreaksie is. (1)

8.2 Skryf die FORMULE van die oksideermiddel in die bostaande reaksie neer. (1)

Daar word gevind dat silwer nie met die soutsuuroplossing reageer nie.

8.3 Verwys na die relatiewe sterktes van reduseermiddels om hierdie waarneming te verduidelik. (3)

Die reaksie van magnesium met soutsuur word in 'n elektrochemiese sel gebruik soos in die diagram hieronder getoon. Die sel funksioneer onder standaardtoestande.



8.4 Wat is die funksie van platinum in die sel hierbo? (1)

8.5 Skryf neer die:

8.5.1 Energie-omskakeling wat in hierdie sel plaasvind (1)

8.5.2 Funksie van **Q** (1)

8.5.3 Halfreaksie wat by die katode plaasvind (2)

8.5.4 Selnotasie van hierdie sel (3)

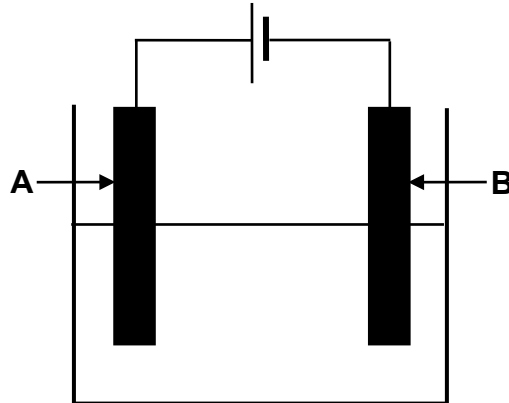
8.6 Bereken die aanvanklike emk van hierdie sel. (4)

8.7 Hoe sal die byvoeging van gekonsentreerde suur by halfsel **A** die antwoord op VRAAG 8.6 beïnvloed? Kies uit VERHOOG, VERLAAG of BLY DIESELFDE. (1)

**[18]**

**VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

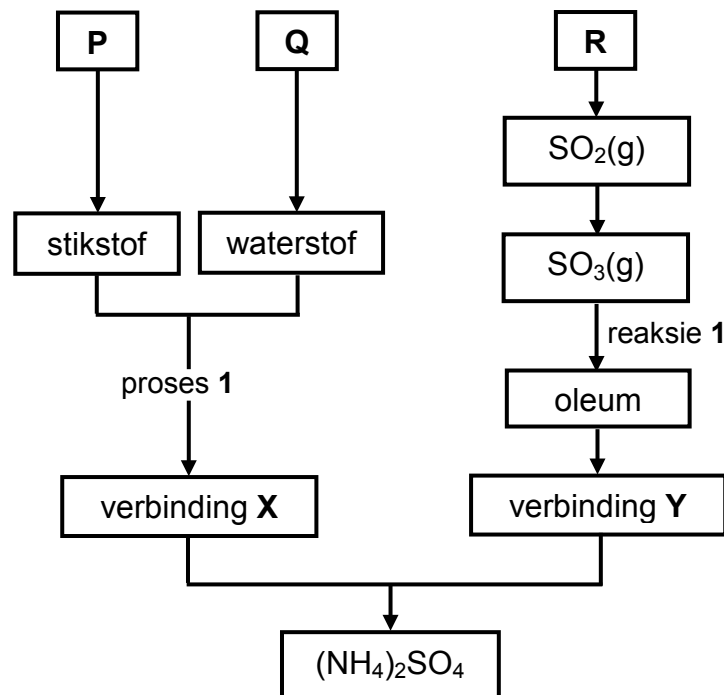
Die diagram hieronder toon 'n elektrochemiese sel wat gebruik word om koper te suiwer. 'n Oplossing wat elektrisiteit geleï, word in die sel gebruik.



- 9.1 Skryf neer:
- 9.1.1 EEN woord vir die onderstreepte frase bokant die diagram (1)
- 9.1.2 Die soort elektrochemiese sel wat hierbo geïllustreer word (1)
- 9.2 In watter rigting (**van A na B** of **van B na A**) sal elektrone in die eksterne stroombaan vloei? (1)
- 9.3 Watter elektrode (**A** of **B**) is die:
- 9.3.1 Katode (1)
- 9.3.2 Onsuiver koper (1)
- 9.4 Hoe sal die massa van elektrode **A** verander soos wat die reaksie verloop? Kies uit VERHOOG, VERLAAG of BLY DIESELFDE. (2)
- Gee 'n rede vir die antwoord. [7]

**VRAAG 10 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n Chemiese maatskappy berei ammoniumsulfaat,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , deur met grondstowwe **P**, **Q** en **R** te begin soos in die vloeiagram hieronder getoon.



- 10.1 Skryf die NAAM neer van grondstof:
- 10.1.1 **P** (1)
- 10.1.2 **Q** (1)
- 10.1.3 **R** (1)
- 10.2 Skryf neer die:
- 10.2.1 NAAM van proses 1 (1)
- 10.2.2 NAAM van verbinding **X** (1)
- 10.2.3 FORMULE van verbinding **Y** (1)
- 10.2.4 Gebalanseerde vergelyking vir reaksie 1 (3)
- 10.3 Die maatskappy vergelyk die stikstofinhoud van ammoniumsulfaat met dié van ammoniumnitraat,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .
- 10.3.1 Bepaal, deur die nodige berekeninge uit te voer, watter EEN van die twee kunsmisstawwe die hoër persentasie stikstof per massa het. (4)
- 10.3.2 Skryf die naam van die proses neer wat in die vloeiagram hierbo ingesluit moet word indien die maatskappy ammoniumnitraat in plaas van ammoniumsulfaat wil berei. (1)

**[14]****TOTAAL: 150**

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

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

**TABLE 1: PHYSICAL CONSTANTS/TABEL 1: FISIESTE KONSTANTES**

NAME/NAAM	SYMBOL/SIMBOOL	VALUE/WAARDE
Standard pressure <i>Standaarddruk</i>	$p^\theta$	$1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
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>	$T^\theta$	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 $c = \frac{m}{MV}$	$n = \frac{V}{V_m}$
$\frac{c_a v_a}{c_b v_b} = \frac{n_a}{n_b}$	$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$
$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ at/by 298 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 $E_{\text{cell}}^\theta = E_{\text{oxidising agent}}^\theta - E_{\text{reducing agent}}^\theta / E_{\text{sel}}^\theta = E_{\text{oksideermiddel}}^\theta - E_{\text{reduseermiddel}}^\theta$	



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

**KEY/SLEUTEL**

Atomic number  
*Atoomgetal*

Electronegativity  
*Elektronegatiwiteit*

29  
**Cu**  
63,5

Symbol  
*Simbool*

Approximate relative atomic mass  
*Benaderde relatiewe atoommassa*

**TABLE 4A: STANDARD REDUCTION POTENTIALS**  
**TABEL 4A: STANDAARD-REDUKSIEPOTENSIALE**

Half-reactions/Halfreaksies	$E^{\ominus}$ (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
<b><math>2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)</math></b>	<b>0,00</b>
$Fe^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Fe$	- 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 oxidising ability/Toenemende oksiderende vermoë

Increasing reducing ability/Toenemende reduserende vermoë

**TABLE 4B: STANDARD REDUCTION POTENTIALS**  
**TABEL 4B: STANDAARD-REDUKSIEPOTENSIALE**

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

Increasing oxidising ability/*Toenemende oksiderende vermoë*

Increasing reducing ability/*Toenemende reduserende vermoë*