



basic education

Department:
Basic Education
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

SENIORSERTIFIKAAT-EKSAMEN/ NASIONALE SENIORSERTIFIKAAT-EKSAMEN

FISIESE WETENSKAPPE: CHEMIE (V2)

MEI/JUNIE 2025

PUNTE: 150

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 16 bladsye en 4 gegewensblaaie.

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Skryf jou sentrumnommer en eksamennommer 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 Hoeveel tipes Van der Waals-kragte is tussen die molekule van $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ teenwoordig?
- A 1
- B 2
- C 3
- D 4 (2)
- 1.2 Watter EEN van die volgende is die KORREKTE formule vir metielbutanoon?
- A $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$
- B $\text{HCOOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- C $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$
- D $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ (2)
- 1.3 'n Verbinding $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$ ondergaan die volgende reaksie:



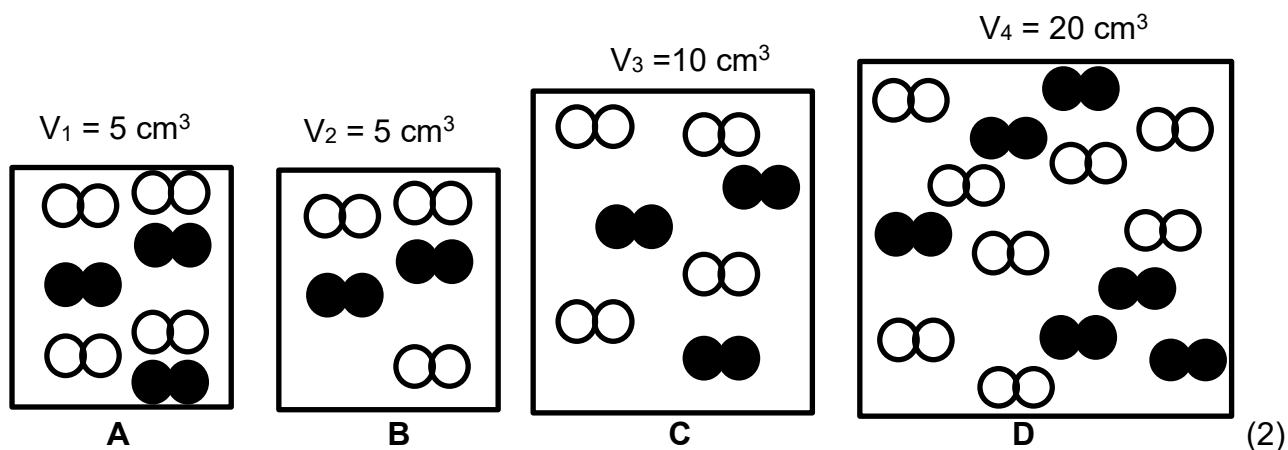
Watter EEN van die volgende kombinasies is die KORREKTE beskrywing van die soort reaksie en die IUPAC-naam van verbinding **R**?

	SOORT REAKSIE	IUPAC-NAAM
A	Eliminasie	Propaan
B	Addisie	Propeen
C	Kraking	Propaan
D	Kraking	Propeen

(2)

- 1.4 Twee gasse word in elk van vier leë houers by dieselfde temperatuur geplaas. Die diagramme hieronder toon die molekule van die gasse en die volumes van die houers aan die begin van die reaksie.

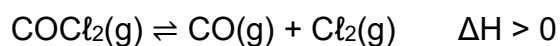
In watter EEN van die volgende houers is die aanvanklike reaksietempo die hoogste?



- 1.5 Watter EEN van die volgende stellings is WAAR vir die effek van 'n katalisator op 'n reaksie by ewewig?

- A Die ewewigskonstante neem toe.
 - B Die tempo van die terugwaartse reaksie neem toe.
 - C Die aktiveringsenergie vir die terugwaartse reaksie neem toe.
 - D Die entalpieverandering, ΔH , vir die voorwaartse reaksie neem af.
- (2)

- 1.6 Karbonielchloriedgas, $\text{COCl}_2(\text{g})$, ontbind in 'n geslote houer en bereik ewewig volgens die volgende vergelyking:



Beskou die volgende stellings.

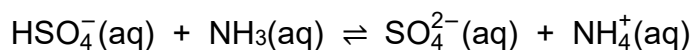
'n Toename in temperatuur sal:

- (i) Die terugwaartse reaksie bevoordeel
- (ii) Die konsentrasie van die produkte verhoog
- (iii) Die ewewigskonstante verhoog

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)

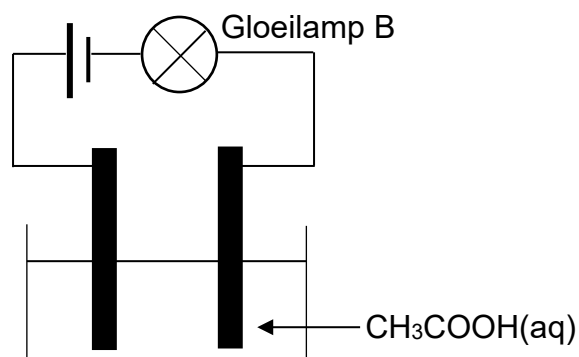
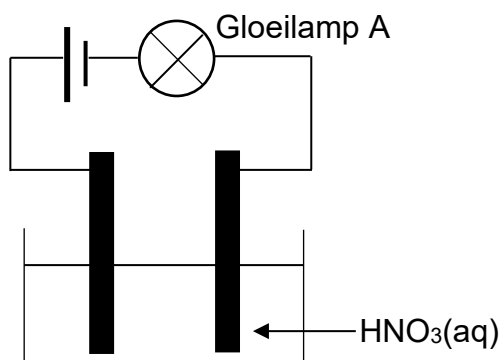
- 1.7 Beskou die vergelyking vir die suur-basis-reaksie hieronder.



Die twee sure in hierdie reaksie is ...

- A $\text{NH}_3(\text{aq})$ en $\text{NH}_4^+(\text{aq})$
- B $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$ en $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- C $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$ en $\text{NH}_3(\text{aq})$
- D $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$ en $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ (2)

- 1.8 Die geleidingsvermoë van twee sure, $\text{HNO}_3(\text{aq})$ en $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$, elk met 'n konsentrasie van $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, word by 25°C vergelyk. Die vereenvoudigde diagramme hieronder toon die apparaat wat gebruik is. Die elektrodes is van koolstof gemaak.



Watter EEN van die volgende kombinasies wat die helderheid van gloeilamp A en gloeilamp B beskryf, en die rede hiervoor gee, is KORREK?

	HELDERHEID VAN GLOEILAMPE	REDE
A	A is helderder as B	CH_3COOH is die sterker suur
B	A is helderder as B	HNO_3 is die sterker suur
C	B is helderder as A	CH_3COOH is die swakker suur
D	A en B het dieselfde helderheid	Sure het dieselfde konsentrasie

(2)

- 1.9 Watter EEN van die volgende kombinasies van temperatuur en druk is KORREK vir die standaardwaterstofhalfsel?

	TEMPERATUUR ($^\circ\text{C}$)	DRUK (kPa)
A	0	273
B	25	273
C	25	101,3
D	0	101,3

(2)

- 1.10 Onsuiwer koper word in 'n elektrolitiese sel geraffineer. Watter EEN van die volgende kombinasies identifiseer die anode en die elektroliet vir hierdie sel KORREK?

	ANODE	ELEKTROLIET
A	Suiwer koper	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
B	Suiwer koper	$\text{AgNO}_3(\text{aq})$
C	Onsuiwer koper	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
D	Onsuiwer koper	$\text{AgNO}_3(\text{aq})$

(2)

[20]

VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

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

A	$C_5H_{10}O$	B	<pre> H H-C-H H-C-H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-H H H H I H H </pre>
C	Butanoësuur	D	$(CH_3)_3COH$
E	$CH_2C(CH_3)_2$	F	$HCOOCH_2CH_2CH_3$

- 2.1 Definieer die term *onversadigde verbinding*. (2)
- 2.2 Skryf die LETTER neer wat ELK van die volgende verteenwoordig:
- 2.2.1 'n Onversadigde verbinding (1)
- 2.2.2 'n Funksionele isomeer van verbinding **C** (1)
- 2.3 Noem die TWEE homoloë reekse waaraan **A** behoort. (2)
- 2.4 Is verbinding **D** 'n PRIMÊRE, SEKONDÊRE of TERSIÊRE alkohol? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 2.5 Skryf die IUPAC-naam neer van:
- 2.5.1 Verbinding **B** (3)
- 2.5.2 Die POSISIONELE isomeer van verbinding **D** (2)
- 2.6 Etanol reageer met verbinding **C** om 'n organiese verbinding **Z** te vorm. Skryf neer die:
- 2.6.1 Tipe reaksie (1)
- 2.6.2 STRUKTUURFORMULE van verbinding **Z** (2)
- 2.7 Skryf neer die:
- 2.7.1 Empiriese formule van verbinding **F** (1)
- 2.7.2 STRUKTUURFORMULE van die KETTINGISOMEER van verbinding **E** (2)

[19]

VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 3.1 Die kookpunte van reguitketting-aldehiede en reguitketting-karboksielsure word vergelyk. Die tabel hieronder toon die resultate wat verkry is.

	ONDERSOEK 1	ONDERSOEK 2
Getal koolstofatome in die verbinding	Kookpunte van aldehiede (°C)	Kookpunte van karboksielsure (°C)
1	-19	101
2	20	118
3	49	141
4	75	164

- 3.1.1 Definieer die term *homoloë reeks*. (2)

- 3.1.2 Skryf neer die:

- (a) NAAM van die FUNKSIONELE GROEP van die aldehiede (1)

- (b) IUPAC-NAAM van die verbinding met die hoogste dampdruk in hierdie vergelyking (2)

- 3.1.3 Vir ONDERSOEK 2:

- (a) Skryf die gekontroleerde veranderlike neer. (1)

- (b) Beskryf die neiging in die kookpunte. (1)

- (c) Verduidelik die antwoord op VRAAG 3.1.3(b) volledig. (2)

- 3.1.4 Skryf die kookpunt van butanaal neer. (1)

- 3.2 Die dampdrukke van verbindings **A** en **B** word vergelyk.

A	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
B	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH

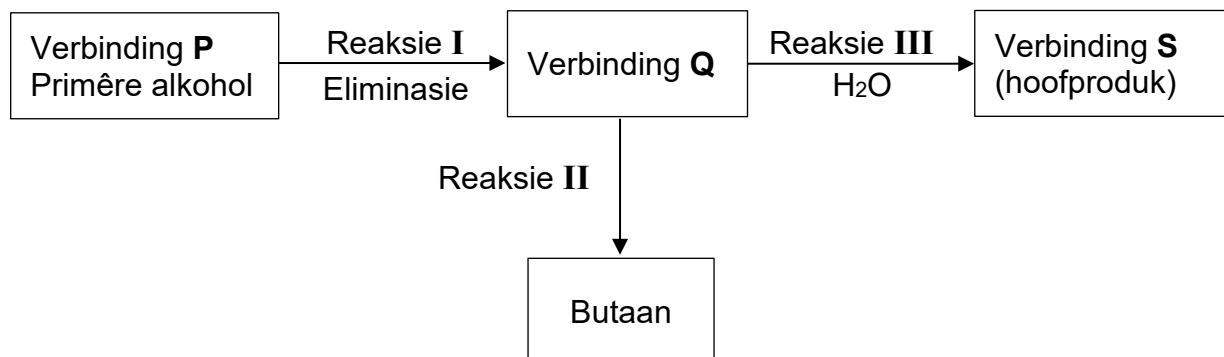
Hoe vergelyk die dampdruk van verbinding **A** met dié van verbinding **B**? Kies uit HOËR AS, LAER AS of GELYK AAN.

Verduidelik die antwoord volledig.

(4)
[14]

VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

In die vloeiagram hieronder word 'n primêre alkohol **P** as 'n aanvangsreaktans gebruik om verskillende organiese verbindings onder verskillende reaksietoestande te vorm.



4.1 Skryf neer die TIPE:

4.1.1 Addisiereaksie deur reaksie **II** verteenwoordig (1)

4.1.2 Eliminasiereaksie deur reaksie **I** verteenwoordig (1)

4.2 Skryf die IUPAC-naam van verbinding **P** neer. (2)

4.3 Beskou reaksie **III**.

Skryf neer:

4.3.1 Die gebalanseerde vergelyking deur GEKONDENSEERDE struktuurformules te gebruik (4)

4.3.2 Die NAAM of FORMULE van 'n geskikte katalisator (1)

4.4 Butaan kan na verbinding **P** in 'n TWEE-STAP-reaksie omgeskakel word. Gebruik STRUKTUURFORMULES en skryf die gebalanseerde vergelykings vir hierdie TWEE reaksies neer. (5)

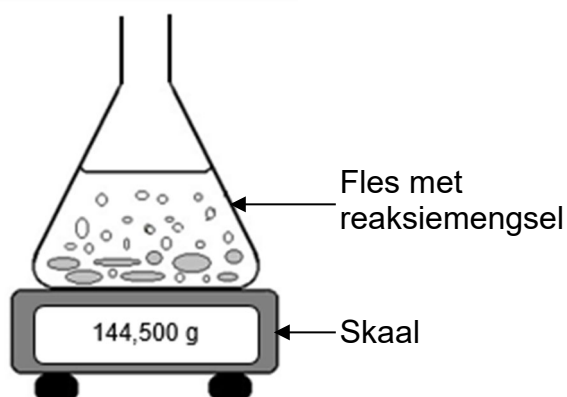
4.5 Skryf 'n gebalanseerde vergelyking, met gebruik van MOLEKULÊRE FORMULES, vir die volledige verbranding van butaan neer. (3)
[17]

VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die reaksie tussen magnesiumkarbonaatkorrels, $\text{MgCO}_3(\text{s})$, en 'n OORMAAT verdunde soutuur, $\text{HCl}(\text{aq})$, word gebruik om die effek van konsentrasie op die tempo van 'n reaksie te ondersoek.



Die apparaat wat vir hierdie ondersoek gebruik word, word hieronder getoon.

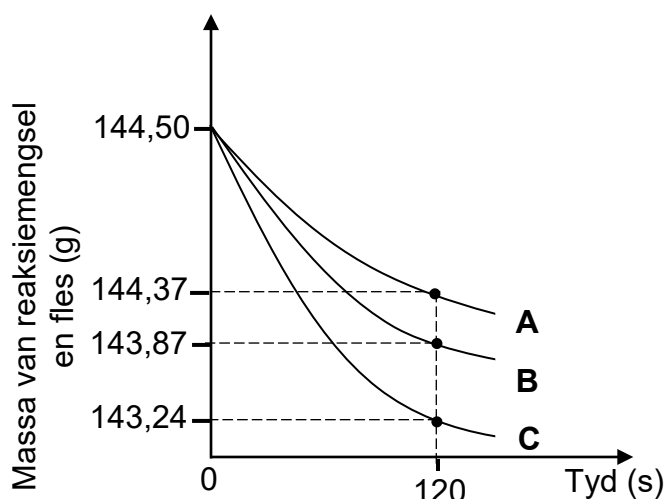


- 5.1 Definieer die term *reaksietempo*. (2)
- 5.2 Skryf EEN gekontroleerde veranderlike vir hierdie ondersoek neer. (1)

Drie eksperimente wat verskillende konsentrasies van HCl(aq) gebruik, word uitgevoer. Die konsentrasie van die HCl(aq) tydens elke eksperiment verander nie.

EKSPERIMENT	KONSENTRASIE VAN HCl(aq) ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
1	0,1
2	0,5
3	1,0

Die ONVOLLEDIGE grafiek van die resultate vir die eksperimente word hieronder getoon.



5.3 Gee 'n rede waarom die massa van die reaksiemengsel en fles afneem. (1)

5.4 Vir kurwe **B**, bereken die gemiddelde tempo waarteen $\text{CO}_2(\text{g})$ vir die eerste 120 s in $\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ geproduseer word. Die molêre gasvolume is $24,5 \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$. (6)

5.5 Watter kurwe verteenwoordig EKSPERIMENT **1**? Kies uit **A**, **B** of **C**.

Gebruik die botsingsteorie om die antwoord te verduidelik. (5)

5.6 Hoe sal die finale massa van $\text{CO}_2(\text{g})$ wat in EKSPERIMENT **2** geproduseer is, met dié van EKSPERIMENT **3** vergelyk? Kies uit MEER AS, MINDER AS of DIESELFDE.

Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
[17]

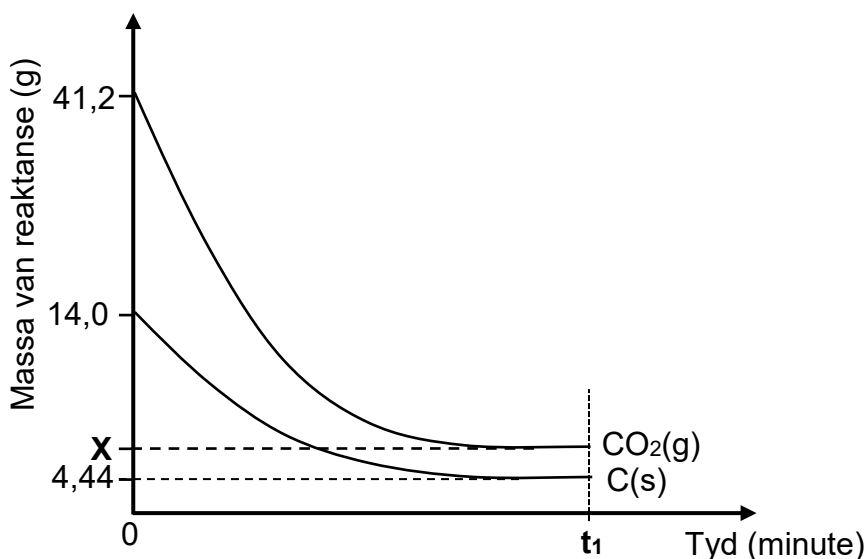
VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die reaksie tussen verpoeierde koolstof, $C(s)$, en koolstofdiksiedgas, $CO_2(g)$, vind in 'n geslote 3 dm^3 -houer plaas volgens die gebalanseerde vergelyking hieronder.



Ewewig word by temperatuur $T\text{ }^\circ\text{C}$ bereik.

Die grafiek hieronder, nie volgens skaal geteken nie, toon die kurwes vir die massa van die reaktanse in die houer teenoor tyd.



6.1 Hoe sal ELK van die volgende veranderinge die getal mol van $CO_2(g)$ by ewewig beïnvloed?

Kies uit AFNEEM, TOENEEM of BLY DIESELFDE.

6.1.1 'n Katalisator word bygevoeg. (1)

6.1.2 Die volume van die houer word by 'n konstante temperatuur vergroot. (1)

6.1.3 Meer verpoeierde koolstof word bygevoeg. (1)

6.2 Verduidelik die antwoord op VRAAG 6.1.2 deur na Le Chatelier se beginsel te verwys. (2)

6.3 Bereken die waarde van **X** wat op die grafiek getoon word. (6)

6.4 Bereken die ewewigskonstante, K_c , by $T\text{ }^\circ\text{C}$. (5)

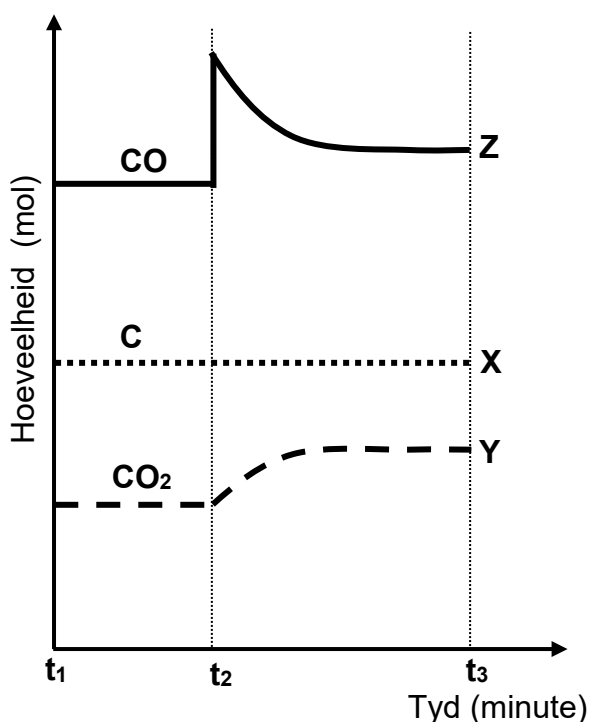
Die gebalanseerde vergelyking vir hierdie reaksie is hieronder herskryf vir maklike verwysing.



- 6.5 Die grafiek hieronder toon die aantal mol van CO(g), C(s) and CO₂(g) in die fles by ewewig by tyd t_1 .

By t_2 word 'n hoeveelheid CO(g) by die fles gevoeg en die reaksie word toegelaat om ewewig te bereik. Kurwe **Z** toon die verandering in die hoeveelheid CO(g) tussen t_2 en t_3 .

'n Leerder teken ooreenkomstige kurwes, benoem **X** en **Y**, vir C(s) en CO₂(g) respektiewelik.



Watter van hierdie kurwes verteenwoordig hierdie veranderinge KORREK?

Kies uit: **X** of
Y of
X en Y

(2)

- 6.6 Watter effek sal die byvoeging van CO(g) op die ewewigskonstante, K_c , hê?
Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE.

(1)
[19]

VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

7.1 Definieer 'n *suur* volgens die Arrhenius-teorie. (2)

7.2 Die tabel hieronder toon waterige oplossings van verskillende stowwe, elk met konsentrasie van $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ by kamertemperatuur.

$\text{HNO}_3(\text{aq})$	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$	$\text{NaCl}(\text{aq})$	$\text{NaOH}(\text{aq})$	
$(\text{COOH})_2(\text{aq})$	$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{aq})$	$\text{NH}_3(\text{aq})$	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$

Identifiseer uit die tabel en skryf die FORMULE neer vir:

7.2.1 'n Swak diprotiese suur (1)

7.2.2 'n Oplossing met 'n pH van 7 (1)

7.2.3 'n Amfoliet (1)

7.2.4 Die oplossing wat, wanneer dit met $(\text{COOH})_2(\text{aq})$ geneutraliseer word, 'n oplossing met 'n pH groter as 7 sal hê (2)

7.3 'n Onbekende suur H_xY word ondersoek.

Gedurende 'n titrasie neutraliseer $23,64 \text{ cm}^3$ van 'n $0,11 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ H_xY -oplossing, 20 cm^3 van 'n $0,26 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaOH -oplossing.

Bereken die waarde van x. Skryf vervolgens die gebalanseerde vergelyking vir hierdie reaksie neer. (6)

7.4 In 'n eksperiment reageer $1,5 \text{ g}$ van 'n verpoeierde ONSUIWER kalsiumkabonaatmonster, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, met 200 cm^3 van 'n $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ -soutsuuroplossing, $\text{HCl}(\text{aq})$. Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:



Al die $\text{CO}_2(\text{g})$ wat gevorm is, ontsnap uit die oplossing.

Die resulterende oplossing het 'n pH van 1,61 en 'n volume van 200 cm^3 .

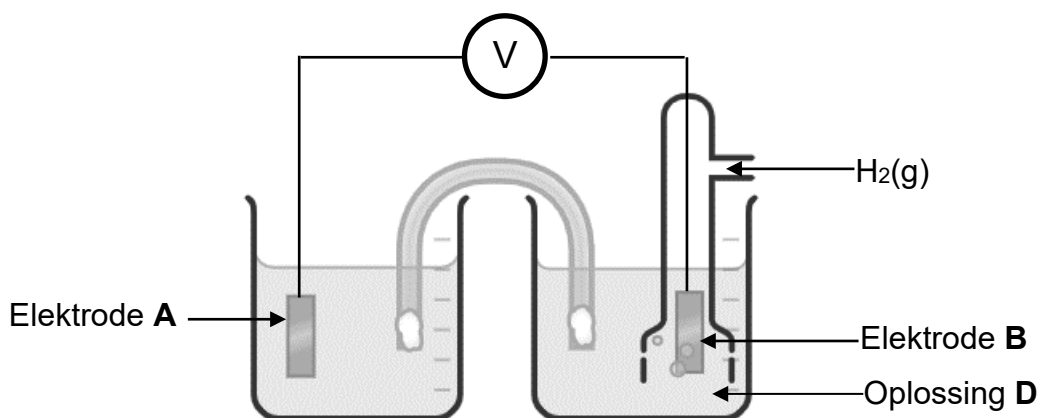
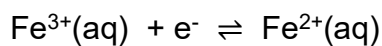
Neem aan dat AL die $\text{CaCO}_3(\text{s})$ in die onsuier monster met die $\text{HCl}(\text{aq})$ gereageer het en dat geen van die onsuierhede gereageer het nie.

Bereken die massa van die onsuierhede teenwoordig in die $1,5 \text{ g}$ -monster van onsuier $\text{CaCO}_3(\text{s})$. (9)

[22]

VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die vereenvoudigde diagram hieronder toon 'n sel wat gebruik kan word om die standaard-elektrodepotensiaal van die halfreaksie te meet wat deur die vergelyking hieronder verteenwoordig word.



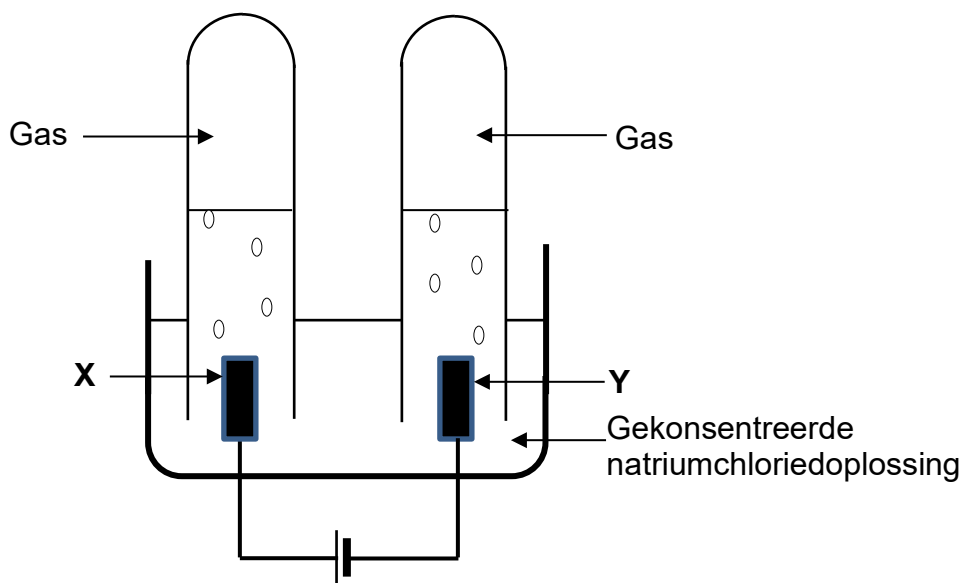
- 8.1 Vir oplossing **D**, skryf die NAAM of FORMULE neer van die ione benodig. (1)
- 8.2 Skryf die aanvanklike voltmeterlesing neer. (1)
- 8.3 Watter elektrode, **A** of **B**, is die katode? (1)
- 8.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 8.3 in terme van die relatiewe sterktes van die reduseermiddels. (3)
- 8.5 Skryf neer die:
 - 8.5.1 NAAM of FORMULE van die metaal wat as elektrode **A** gebruik word (1)
 - 8.5.2 Halfreaksie wat by elektrode **B** plaasvind (2)
 - 8.5.3 Selnotasie vir hierdie sel (3)
- 8.6 Gee 'n rede waarom die voltmeterlesing na nul val nadat die sel vir 'n geruime tyd in werking is. (1)

[13]

VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die vereenvoudigde diagram hieronder verteenwoordig 'n elektrolitiese sel wat gebruik word om die elektrolise van 'n gekonsentreerde natriumchloriedoplossing, NaCl(aq) , te demonstreer.

X en **Y** is koolstof-elektrodes.



- 9.1 Definieer die term *elektrolise*. (2)
- 9.2 Skryf die reduksiehalfreaksie vir hierdie sel neer. (2)
- 9.3 Wat is die rigting van die elektronvloei in die eksterne stroombaan? Kies uit **X** tot **Y** of **Y** tot **X**. (1)
- 9.4 Bereken die aantal elektrone wat deur die eksterne stroombaan oorgedra word wanneer 300 cm^3 gas by elektrode **X** versamel word. (4)
- Neem die molêre gasvolume as $24\text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$. [9]

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^{θ} (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^{θ} (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
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Hg}(\ell)$	+ 0,85
$\text{NO}_3^{-} + 4\text{H}^{+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 0,96
$\text{Br}_2(\ell) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Br}^{-}$	+ 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