



basic education

Department:
Basic Education
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SENIOR SERTIFIKAAT

GRAAD 12

FISIESE WETENSKAPPE: CHEMIE (V2)

NOVEMBER 2022

PUNTE: 150

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 14 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. Jy mag toepaslike wiskundige instrumente gebruik.
8. Toon ALLE formules en substitusies in ALLE berekeninge.
9. Rond jou FINALE numeriese antwoorde tot 'n minimum van TWEE desimale plekke af.
10. Gee kort (bondige) motiverings, besprekings, ens. waar nodig.
11. Jy word aangeraai om die aangehegte GEGEWENSBLAAIE te gebruik.
12. 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 vraagnummers (1.1 tot 1.10) in die ANTWOORDEBOEK neer, bv. 1.11 E.

1.1 Watter EEN van die volgende terme beskryf koolwaterstowwe wat slegs enkelbindings bevat?

A Isomere

B Versadig

C Onversadig

D Homoloë reeks

(2)

1.2 Watter EEN van die volgende kombinasies dui die STERKSTE intermolekulêre kragte korrek aan wat onderskeidelik in etanoësuur en metielpropanoaat gevind word?

	ETANOËSUUR	METIELPROPANOAT
A	Waterstofbindings	Waterstofbindings
B	Dipool-dipoolkragte	London-kragte
C	Waterstofbindings	London-kragte
D	Waterstofbindings	Dipool-dipoolkragte

(2)

1.3 'n Proefbuis bevat 'n vloeibare koolwaterstof.

Wanneer broomwater (Br_2) by die proefbuis gevoeg word, ontkleur die mengsel ONMIDDELLIK.

Watter EEN van die volgende kombinasies identifiseer die VERBINDING en die TIPE REAKSIE korrek wat in die proefbuis plaasvind?

	VERBINDING	TIPE REAKSIE
A	Heksaan	Addisie
B	Heksaan	Substitusie
C	Heks-2-een	Addisie
D	Heks-2-een	Substitusie

(2)

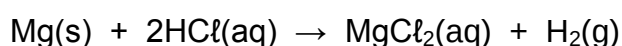


1.4 Watter EEN van die volgende stellings is die KORREKTE definisie vir die tempo van 'n reaksie?

- A Die tyd wat dit neem vir die reaksie om plaas te vind
- B Die spoed waarteen die reaksie plaasvind
- C Die tempo van verandering in konsentrasie van die produkte of reaktanse
- D Die tempo van verandering in konsentrasie van die produkte of reaktanse per eenheidstyd

(2)

1.5 Beskou die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie tussen magnesiumpoeier en 'n OORMAAT verdunde soutsuur, $\text{HCl}(\text{aq})$:

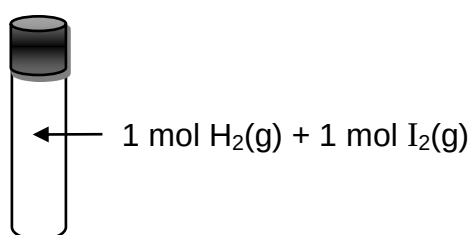


Watter EEN van die volgende sal NIE die tempo van hierdie reaksie verhoog NIE?

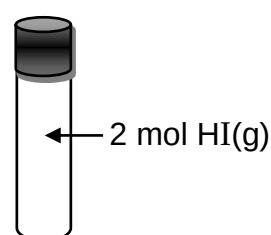
- A Verhoog die volume van $\text{HCl}(\text{aq})$
- B Verhoog die temperatuur van $\text{HCl}(\text{aq})$
- C Verhoog die konsentrasie van $\text{HCl}(\text{aq})$
- D Voeg meer magnesiumpoeier by

(2)

1.6 Twee identiese verseëelde gassilinders, **S** en **R**, bevat aanvanklik gasse soos hieronder getoon.

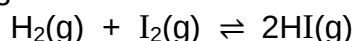


Gassilinder R



Gassilinder S

Ewewig word in beide gassilinders by $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ volgens die volgende gebalanseerde vergelyking bereik:



Watter EEN van die volgende stellings is WAAR by ewewig?

- A **S** sal 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ bevat.
- B **R** sal 'n groter hoeveelheid $\text{I}_2(\text{g})$ bevat as **S**.
- C **R** en **S** sal dieselfde hoeveelheid $\text{HI}(\text{g})$ bevat.
- D **S** sal 'n groter hoeveelheid $\text{HI}(\text{g})$ bevat as **R**.

(2)



1.7 Watter EEN van die volgende soute, wanneer in water opgelos, sal NIE die pH van die water verander NIE?



(2)

1.8 'n Verdunde suur word teen 'n kaliumhidroksiedoplossing, $\text{KOH}(\text{aq})$, getitreer.

By die ekwivalensiepunt is die pH 7.

Watter EEN van die volgende kombinasies identifiseer die suur en die GESKIKSTE indikator vir hierdie titrasie korrek?

	SUUR	INDIKATOR
A	$(\text{COOH})_2(\text{aq})$	Fenolftaleïen
B	$(\text{COOH})_2(\text{aq})$	Broomtimolblou
C	$\text{HCl}(\text{aq})$	Fenolftaleïen
D	$\text{HCl}(\text{aq})$	Broomtimolblou

(2)

1.9 Watter EEN van die volgende stellings is WAAR vir 'n oksideermiddel?

A Dit neem elektrone op.

B Dit veroorsaak dat 'n ander spesie in die reaksie gereduseer word.

C Die oksidasiegetal daarvan verander nie tydens 'n chemiese reaksie nie.

D Die oksidasiegetal daarvan neem tydens 'n chemiese reaksie toe.

(2)

1.10 Watter EEN van die volgende metale sal $\text{Cd}^{2+}(\text{aq})$ tot $\text{Cd}(\text{s})$ reduseer, maar sal NIE $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ tot $\text{Mn}(\text{s})$ reduseer NIE?



(2)

[20]

VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

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

A	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{Br} \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	B	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $
C	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{H} \end{array} $	D	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $
E	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	F	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $

2.1 Skryf neer die:

2.1.1 Letters wat TWEE organiese verbindings verteenwoordig wat isomere van mekaar is (1)

2.1.2 Tipe isomere (KETING-, FUNKSIONELE of POSISIONELE) wat in VRAAG 2.1.1 geïdentifiseer is (1)

2.1.3 ALGEMENE FORMULE van die homoloë reeks waaraan verbinding **B** behoort (1)

2.1.4 NAAM van die funksionele groep van verbinding **F** (1)

2.2 Skryf neer die IUPAC-naam van:

2.2.1 Verbinding **A** (3)

2.2.2 Verbinding **B** (2)

2.2.3 Verbinding **C** (2)

2.3 Verbinding **F** reageer met 'n karboksielsuur om verbinding **S** in die teenwoordigheid van 'n sterk suur te vorm.

2.3.1 Skryf die tipe reaksie neer wat plaasvind. (1)

Verbinding **S** se EMPIRIESE FORMULE is $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ en die molekulêre massa is $116 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2.3.2 Skryf die MOLEKULÊRE FORMULE van die karboksielsuur neer. (3)
[15]



VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 3.1 Die smeltpunte van 'n paar organiese verbindings word in die tabel hieronder gegee.

VERBINDING	IUPAC-NAAM	SMELTPUNTE (°C)
A	Propanoon	-95,4
B	Butanoon	-86,9
C	Pentaaan-2-oon	-77,8
D	3-metielbutanoon	-92

- 3.1.1 Aan watter homoloë reeks behoort die verbindings hierbo? (1)

Die smeltpunte van verbindings **A**, **B** en **C** word vergelyk.

- 3.1.2 Skryf die gekontroleerde veranderlike vir hierdie vergelyking neer. (1)

Die smeltpunte van verbindings **C** en **D** word vergelyk.

- 3.1.3 Verduidelik die verskil in die smeltpunte van hierdie twee verbindings volledig. (4)

- 3.2 Die tabel hieronder toon die resultate wat verkry is uit 'n eksperiment om die dampdruk van verskillende REGUITKETTING- primêre alkohole by 300 K te bepaal.

ALKOHOL	DAMPDRUK (kPa)
CH ₃ OH	16,8
C ₂ H ₅ OH	7,88
C ₃ H ₇ OH	2,8
C ₄ H ₉ OH	0,91
C ₅ H ₁₁ OH	0,88
C ₆ H ₁₃ OH	0,124

- 3.2.1 Definieer die term *dampdruk*. (2)

- 3.2.2 Skryf 'n gepaste gevolgtrekking vir hierdie ondersoek neer. (2)

- 3.2.3 Skryf die IUPAC-naam van die alkohol met die HOOGSTE kookpunt neer. (3)

- 3.2.4 Die eksperiment word nou by 320 K herhaal.

Sal die dampdruk van elke verbinding TOENEEM, AFNEEM of DIESELFDE BLY?

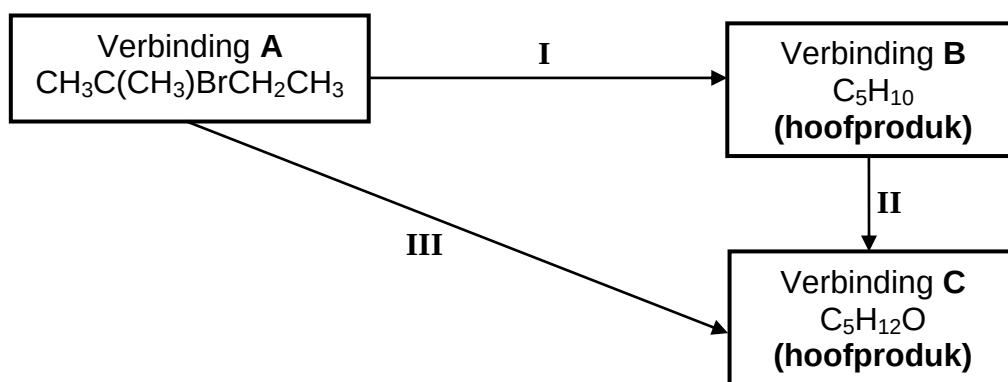
(1)
[14]



VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die vloedigram hieronder toon hoe verbinding **A** as 'n aanvangsreaktans gebruik kan word om twee verskillende verbindings te berei.

I, **II** en **III** verteenwoordig drie organiese reaksies.



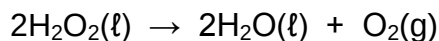
- 4.1 Is verbinding **A** 'n PRIMÊRE, SEKONDÊRE of TERSIÊRE haloalkaan? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 4.2 Beskou reaksie **I**.
- 4.2.1 Behalwe hitte, skryf die ander reaksietoestand neer wat nodig word. (1)
- 4.2.2 Skryf die tipe reaksie neer wat plaasvind. (1)
- 4.2.3 Gebruik STRUKTUURFORMULES vir die organiese verbindings en skryf die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie neer. (5)
- 4.3 Beskou reaksie **II**.
- Skryf neer die:
- 4.3.1 STRUKTUURFORMULE van verbinding **C** (2)
- 4.3.2 NAAM of FORMULE van die anorganiese reagens wat nodig word (1)
- 4.3.3 Tipe addisiereaksie wat plaasvind (1)
- 4.4 Beskou reaksie **III**.
- 4.4.1 Skryf die tipe reaksie neer wat plaasvind. (1)
- 4.4.2 Behalwe hitte, skryf die ander reaksietoestand neer wat nodig word. (1)
- [15]**



VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Drie eksperimente, **A**, **B** en **C**, word uitgevoer om van die faktore te ondersoek wat die tempo van ontbinding van waterstofperoksied, $\text{H}_2\text{O}_2(\ell)$, beïnvloed.

Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:

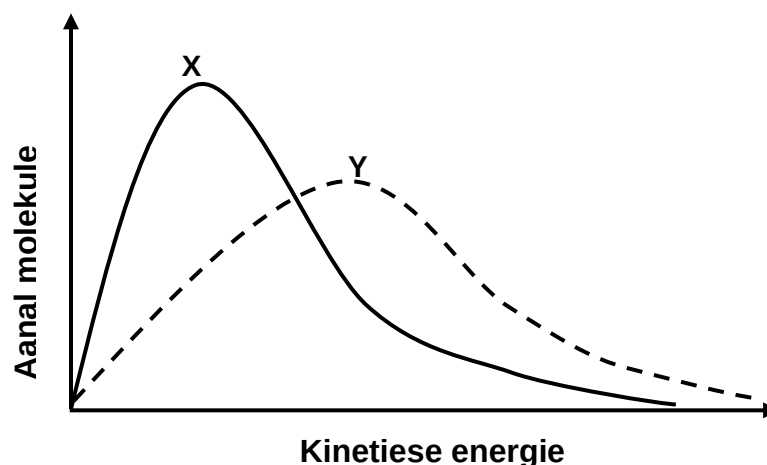


Identiese monsters van waterstofperoksied word in elke eksperiment gebruik.

Die toestande wat in elke eksperiment gebruik word, word in die tabel hieronder opgesom.

EKSPERIMENT	TEMPERATUUR (°C)	
A	25	Sonder katalisator
B	25	Met katalisator
C	35	Sonder katalisator

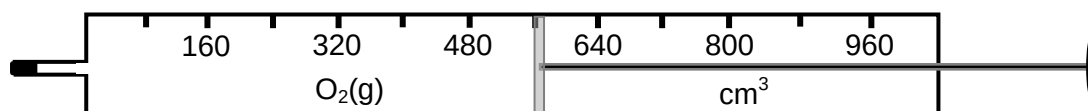
- 5.1 In watter eksperiment, **A** of **B**, is die reaksietempo die hoogste? Gebruik die botsingsteorie om die antwoord te verduidelik. (4)
- 5.2 Die Maxwell-Boltzmann-verspreidingskurwes, **X** en **Y**, vir twee van die bogenoemde eksperimente word hieronder getoon.



Identifiseer die kurwe (**X** of **Y**) wat eksperiment **C** verteenwoordig. (2)

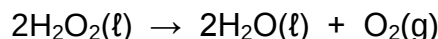


- 5.3 Die volume suurstofgas, $O_2(g)$, wat in eksperiment **B** gedurende die eerste 3,6 s geproduseer word, word in 'n gasspuit versamel, soos hieronder getoon.



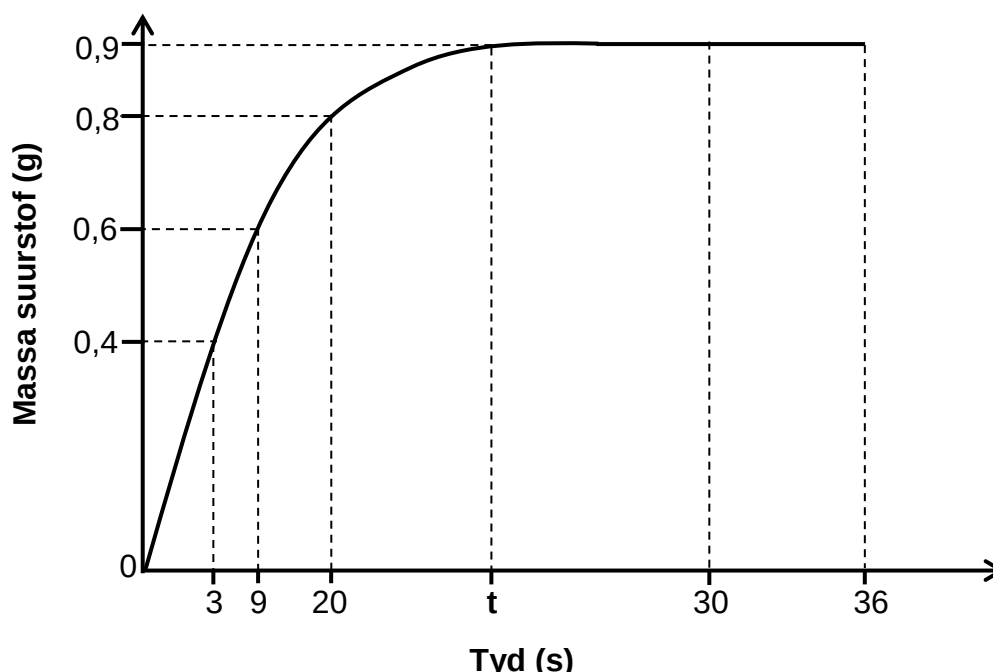
- 5.3.1 Skryf die volume $O_2(g)$ neer wat in die gasspuit versamel is. (2)

Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:



- 5.3.2 Bereken die massa water, $H_2O(l)$, wat gedurende die eerste 3,6 s gevorm is. Neem die molêre gasvolume as $24\,000\text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ by 25°C . (4)

- 5.4 Die grafiek hieronder, NIE volgens skaal geteken NIE, word verkry vir die massa suurstofgas wat oor 'n periode van tyd in eksperiment **A** geproduseer is.



Gebruik die inligting in die grafiek om die volgende vrae te beantwoord:

- 5.4.1 Skryf die tempo van produksie van suurstofgas vir die interval 30 s tot 36 s neer. (1)
- 5.4.2 Sal die tempo van die reaksie in die interval 3 s tot 9 s GROTER AS, KLEINER AS of GELYK AAN die tempo van die reaksie in die interval 9 s tot 20 s wees? (1)
- 5.4.3 Die gemiddelde tempo van ontbinding van waterstofperoksied is $2,1 \times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$.
Bereken die waarde van tyd t op die grafiek. (5)

[19]



VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Koolstof, $C(s)$, reageer met swawel, $S(g)$, volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



Die sisteem bereik ewewig by temperatuur T in 'n verseëld 2 dm³-houer.

Die K_c -waarde is 9,4 by temperatuur T .

6.1 Stel Le Chatelier se beginsel. (2)

By ewewig is 1 mol koolstofdissulfied, $CS_2(g)$, in die houer teenwoordig.

6.2 Bereken die konsentrasie $S(g)$ teenwoordig by ewewig. (4)

Die volume van die houer word nou VERDUBBEL by temperatuur T . Na 'n rukkie word 'n NUWE ewewig ingestel.

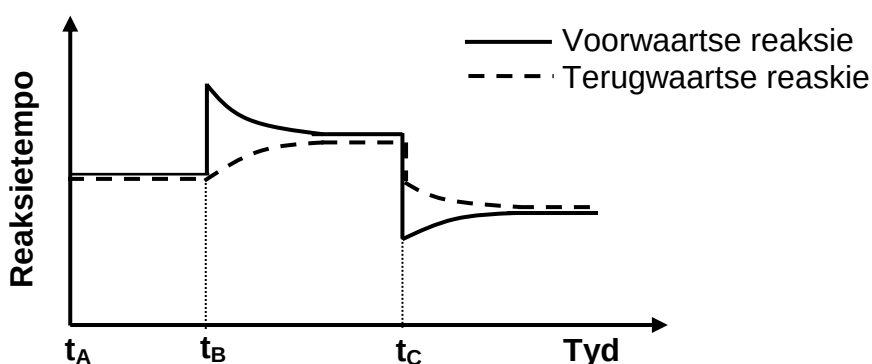
6.3 Hoe sal die hoeveelheid $S(g)$ verander soos wat hierdie nuwe ewewig ingestel word? Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE. (1)

6.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 6.3 in terme van Le Chatelier se beginsel. (3)

6.5 Indien die konsentrasie van $CS_2(g)$ met x mol·dm⁻³ VERANDER, skryf 'n uitdrukking neer vir die ewewigskonstante, K_c , in terme van x .

Toon AL jou bewerkings. GEEN vereenvoudiging of oplos vir x word verwag NIE. (5)

6.6 Die reaksietempo-tydgrafiek hieronder verteenwoordig verdere veranderinge wat aan die ewewigsmengsel gemaak is. Die volume van die houer word konstant gehou.



6.6.1 Wat stel die parallelle lyne tussen t_A en t_B voor? (1)

6.6.2 Watter verandering is by t_B aan die ewewigsmengsel gemaak? (1)

6.6.3 Gee 'n rede vir die skielike verandering in die reaksietempo by t_C . (1)

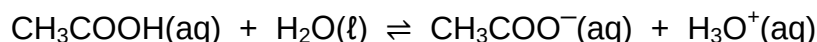
6.6.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 6.6.3 volledig. (3)

[21]



VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 7.1 Etanoësuur is 'n swak suur wat volgens die volgende gebalanseerde vergelyking met water reageer:



- 7.1.1 Definieer 'n *suur* in terme van die Lowry-Brønsted-teorie. (2)

- 7.1.2 Gee 'n rede waarom etanoësuur as 'n SWAK suur geklassifiseer word. (1)

- 7.1.3 Skryf die formule van TWEE basisse in die vergelyking hierbo neer. (2)

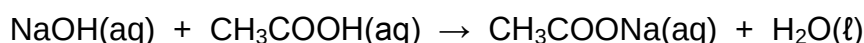
- 7.2 'n Fles bevat 300 cm^3 verdunde natriumhidroksied, $\text{NaOH}(\text{aq})$, van konsentrasie $0,167 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

- 7.2.1 Bereken die aantal mol van natriumhidroksied in die fles. (3)

Etanoësuur van volume 500 cm^3 en van onbekende konsentrasie, **X**, word by hierdie fles gevoeg om 'n oplossing van volume 800 cm^3 te gee.

Daar word gevind dat die pH van die mengsel 11,4 is.

Die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie is:



Bereken die:

- 7.2.2 Konsentrasie van die $\text{OH}^-(\text{aq})$ in die mengsel (4)

- 7.2.3 Aanvanklike konsentrasie, **X**, van die etanoësuur-oplossing (6)
[18]



VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

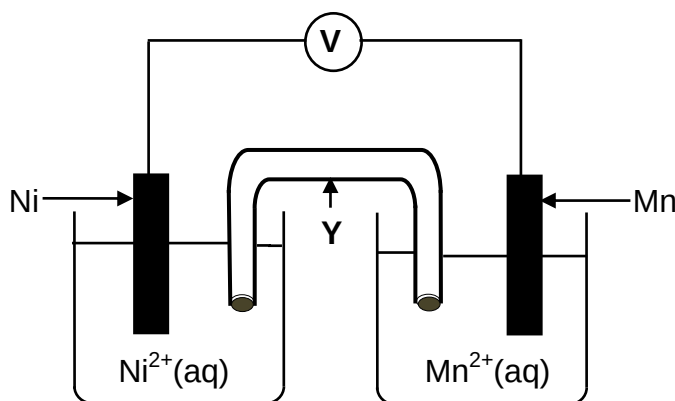
- 8.1 'n Stukkie sink (Zn) word in 'n proefbuis met 'n aangesuurde permanganaat-oplossing, MnO_4^- (aq), geplaas. Na 'n sekere tyd word gevind dat daar 'n redoksreaksie plaasgevind het.

Gebruik die Tabel van Standaard-reduksiepotensiale om die volgende vrae te beantwoord:

- 8.1.1 Skryf die NAAM of FORMULE van die reduseermiddel neer. (1)

- 8.1.2 Verwys na die relatiewe sterktes van die OKSIDEERMIDDELS om te verduidelik waarom 'n redoksreaksie plaasgevind het. (3)

- 8.2 'n Standaard elektrochemiese sel word opgestel soos hieronder getoon.



- 8.2.1 Skryf die funksie van komponent Y neer. (1)

- 8.2.2 In watter rigting sal elektrone in die eksterne stroombaan vloei? Kies uit 'Ni tot Mn' OF 'Mn tot Ni'. (2)

- 8.2.3 Bereken die aanvanklike emk van hierdie sel. (4)

- 8.2.4 Skryf die gebalanseerde vergelyking neer vir die netto selreaksie wat plaasvind. (3)

- 8.2.5 Die konsentrasie van Ni^{2+} (aq) word nou verhoog.

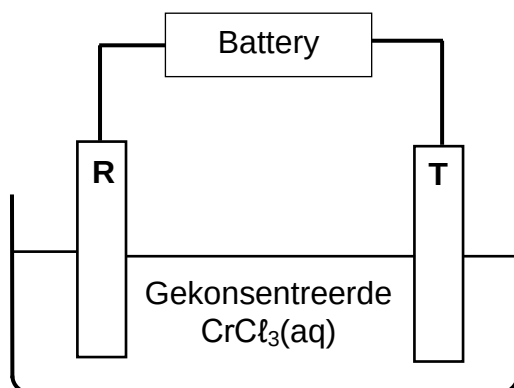
Sal die lesing op die voltmeter TOENEEM, AFNEEM of DIESELFDE BLY?

(1)
[15]



VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

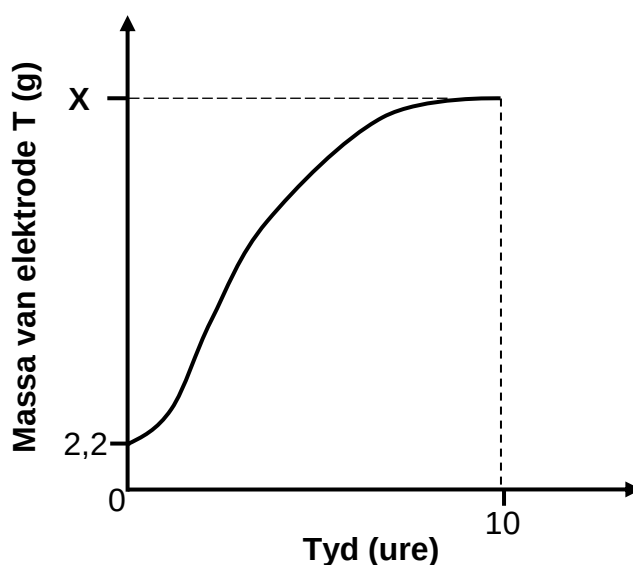
Die diagram hieronder verteenwoordig 'n vereenvoudigde sel wat gebruik word vir die elektrolise van GEKONSENTEERDE chroom(III)chloried, $\text{CrCl}_3(\text{aq})$. Elektrodes **R** en **T** is van koolstof gemaak.



Die netto selreaksie is: $2\text{CrCl}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g})$

9.1 Definieer die term *elektrolise*. (2)

9.2 Die grafiek hieronder, NIE volgens skaal geteken NIE, verteenwoordig die veranderinge in die massa van elektrode **T** gedurende elektrolise.



9.2.1 Skryf die halfreaksie neer wat by elektrode **T** plaasvind. (2)

'n Stroom van 2,5 A vloei vir 10 ure deur die sel.

Bereken die:

9.2.2 Totale lading wat gedurende hierdie tyd deur die sel vloei (3)

9.2.3 Waarde van **X** soos op die grafiek getoon (6)
[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 $E_{\text{cell}}^\theta = E_{\text{oxidising agent}}^\theta - E_{\text{reducing agent}}^\theta / E_{\text{sel}}^\theta = E_{\text{oksideermiddel}}^\theta - E_{\text{reduseermiddel}}^\theta$	
$q = I\Delta t$ $n = \frac{Q}{e}$ or/of $n = \frac{Q}{q_e}$	



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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(I)	(II)											(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)
1 2,1 H																	2 He 4
3 1,0 Li	4 9 Be															9 4,0 F	10 20 Ne
11 6,9 Na	12 24 Mg															17 3,0 Cl	18 40 Ar
19 0,8 K	20 40 Ca	21 45 Sc	22 48 Ti	23 51 V	24 52 Cr	25 55 Mn	26 56 Fe	27 59 Co	28 59 Ni	29 63,5 Cu	30 65 Zn	31 70 Ga	32 73 Ge	33 75 As	34 79 Se	35 80 Br	36 84 Kr
37 0,8 Rb	38 88 Sr	39 89 Y	40 91 Zr	41 92 Nb	42 96 Mo	43 96 Tc	44 101 Ru	45 103 Rh	46 106 Pd	47 108 Ag	48 112 Cd	49 115 In	50 119 Sn	51 122 Sb	52 128 Te	53 127 I	54 131 Xe
55 0,7 Cs	56 137 Ba	57 139 La	72 179 Hf	73 181 Ta	74 184 W	75 186 Re	76 190 Os	77 192 Ir	78 195 Pt	79 197 Au	80 201 Hg	81 204 Tl	82 207 Pb	83 209 Bi	84 209 Po	85 209 At	86 210 Rn
87 0,7 Fr	88 226 Ra	89 Ac															

KEY/SLEUTEL

Atomic number
Atoomgetal

Electronegativity
Elektronegatiwiteit

Approximate relative atomic mass
Benaderde relatiewe atoommassa

Symbol
Simbool

29 63,5 Cu

58 140 Ce	59 141 Pr	60 144 Nd	61 Pm	62 150 Sm	63 152 Eu	64 157 Gd	65 159 Tb	66 163 Dy	67 165 Ho	68 167 Er	69 169 Tm	70 173 Yb	71 175 Lu
90 232 Th	91 Pa	92 238 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



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

Increasing strength of oxidising agents/Toenemende sterkte van oksideermiddels

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
$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	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

