



Province of the
EASTERN CAPE
EDUCATION

**NASIONALE
SENIOR SERTIFIKAAT**

GRAAD 12

JUNIE 2021

**FISIESE WETENSKAPPE: CHEMIE (V2)
(EKSEMPLAAR)**

PUNTE: 150

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 20 bladsye, insluitend 2 gegewensblaaie.

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Skryf jou naam en van in die toepaslike spasies op die ANTWOORDEBOEK.
2. Hierdie vraestel bestaan uit SEWE 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, 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, ens. waar nodig.
12. Skryf netjies en leesbaar.

VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE

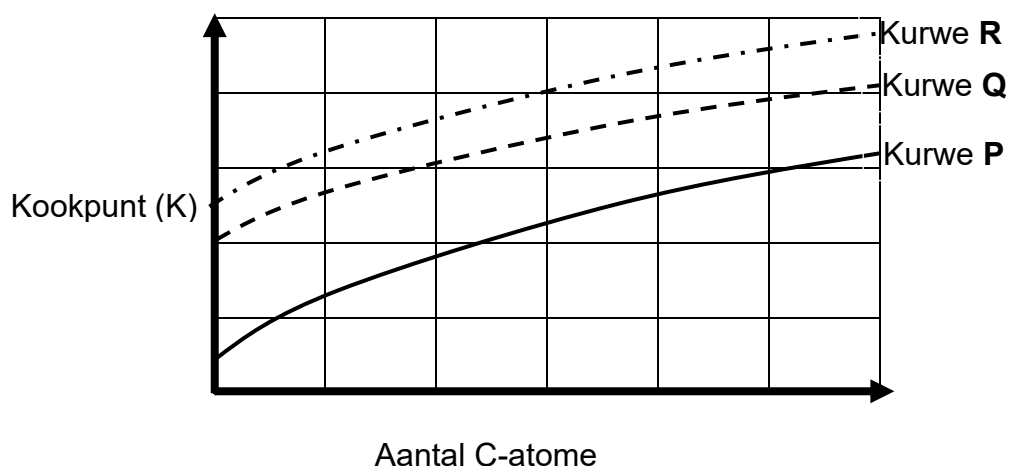
Verskeie opsies word as moontlike antwoorde op die volgende vrae gegee. Kies die antwoord en skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommers (1.1–1.10) in die ANTWOORDEBOEK neer, byvoorbeeld 1.11 E.

1.1 Die algemene formule vir ALKANE is ...



(2)

1.2 Die volgende grafiek toon die verhouding tussen aantal koolstofatome in 'n reguitketting molekules van alkane, alkohole en aldehiede. Kurwes **P**, **Q** en **R** word verkry.

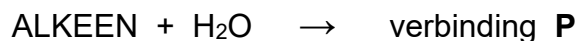


Watter EEN van die volgende beskryf die homoloë reeks KORREK teenoor die kurwe?

	Kurwe P	Kurwe Q	Kurwe R
A	Alkohole	Aldehiede	Alkane
B	Aldehiede	Alkohole	Alkane
C	Alkohole	Alkane	Aldehiede
D	Alkane	Aldehiede	Alkohole

(2)

- 1.3 'n Alkeen reageer met 'n OORMAAT hoeveelheid water in die teenwoordigheid van 'n suur katalisator om verbinding **P** te produseer soos in die vergelyking hieronder voorgestel.



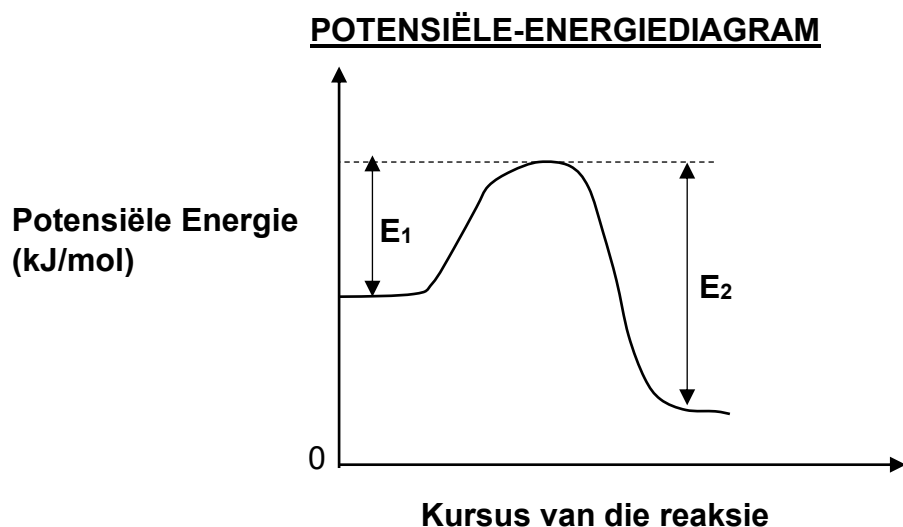
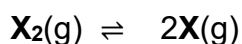
Verbinding **P** is 'n ...

- A alkohol.
- B alkaan.
- C haloalkaan.
- D karboksielsuur. (2)

- 1.4 Aktiveringsenergie van 'n chemiese reaksie word gedefinieer as:

- A Netto energie vrygestel
- B Netto energie geabsorbeer
- C Minimum energie nodig om die reaksie te begin
- D Maksimum energie wat nodig is om die reaksie te begin (2)

- 1.5 Beskou die potensiële-energiediagram vir 'n omkeerbare hipotetiese reaksie wat deur die gebalanseerde vergelyking hieronder verteenwoordig word.



E_1 en E_2 is die aktiveringsenergies vir die voorwaartse en terugwaartse reaksies onderskeidelik.

Die verskil ($E_2 - E_1$) is gelyk aan ...

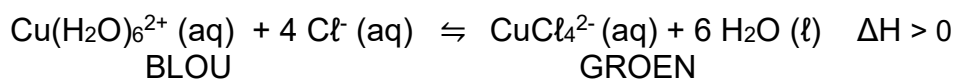
- A energie van die produk.
- B ΔH vir die voorwaartse reaksie.
- C ΔH vir die terugwaartse reaksie.
- D energie van die geaktiveerde kompleks. (2)

- 1.6 'n Chemiese reaksie bereik chemiese ewewig in 'n geslote sisteem.

By ewewig bly konsentrasies van produkte en reaktante konstant omdat die tempo van die voorwaartse reaksie ... is.

- A nul
- B hoër as die tempo van die terugwaartse reaksie
- C laer as die tempo van die terugwaartse reaksie
- D gelyk aan die tempo van die terugwaartse reaksie (2)

1.7 Beskou die volgende reaksie by ewewig in 'n geslote sisteem.



Watter EEN van die volgende veranderinge aan die ewewigmengsel bo sal verseker dat 'n KLEURVERANDERING van GROEN na BLOU plaasvind?

- A Toename in druk
- B Byvoeging van silwernitrat
- C Toename in temperatuur
- D Byvoeging van soutsuur (2)

1.8 Die eindpunt in 'n titrasie is die presiese punt waar ...

- A neutralisasie voorkom.
- B die indikator kleur verander.
- C gelyke massas van basis en suur het gereageer.
- D gelyke aantal mol suur en basis het gereageer. (2)

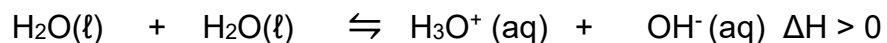
1.9 In die tabel hieronder word die waardes van die ionisasie konstante gegee vir basisse, K_b by 25 °C.

Watter EEN van die volgende basisse is die STERKSTE?

	BASIS	K_b by 25 °C
A	SO_4^{2-}	$8,3 \times 10^{-13}$
B	PO_4^{3-}	$5,9 \times 10^{-3}$
C	HCO_3^-	$2,4 \times 10^{-8}$
D	CH_3COO^-	$5,6 \times 10^{-10}$

(2)

- 1.10 Water ondergaan outomaties-ionisasie volgens die gebalanseerde vergelyking:



Die ionisasie-konstante K_w vir water is $1,00 \times 10^{-14}$ by 25°C .

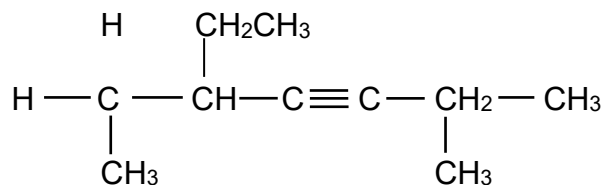
Watter EEN van die volgende is WAAR wanneer die temperatuur van water in 'n beker vanaf 25°C tot 30°C verhoog word?

- A K_w bly dieselfde en die water word suur
- B K_w bly dieselfde en die water bly neutraal
- C K_w neem toe en die water bly neutraal
- D K_w neem af en die water bly neutraal

(2)
[20]

VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 2.1 Die verbinding **P**, wat hieronder getoon word, behoort aan die alkyne wat 'n groep organiese verbindings met dieselfde algemene formule en funksionele groep het.



2.1.1 Skryf 'n algemene term vir die onderstreepte frase neer. (1)

2.1.2 Is verbinding **P** 'n VERSADIGDE of ONVERSADIGDE verbinding?

Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

Vir verbinding **P** skryf neer die:

2.1.3 Empiriese formule (1)

2.1.4 IUPAC-naam (3)

- 2.2 Beskou verbindings **A** en **B** wat hieronder gegee word.

A: propan-1-ol

B: HCOOH

2.2.1 Skryf die STRUKTUUR-formule van verbinding **A** neer. (2)

Verbindings **A** en **B** word saam verhit in die teenwoordigheid van 'n katalisator in 'n proefbuis om 'n ESTER te produseer.

2.2.2 Beskryf hoe die mengsel van **A** en **B** in die proefbuis verhit word. (2)

Vir die reaksie tussen verbindings **A** en **B** skryf neer die:

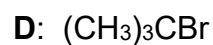
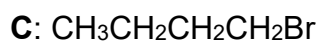
2.2.3 Naam van die reaksie wat plaasvind (1)

2.2.4 Formule van die katalisator wat gebruik word (1)

2.2.5 STRUKTUUR-formule van die ester wat geproduseer word (2)

2.3 Haloalkane, verbindings **C**, **D** en **E** is *struktuur-isomere*.

Verbindings **C** en **D** word hieronder getoon en verbinding **E** word nie getoon nie.



2.3.1 Definieer die term *struktuur-isomere*. (2)

2.3.2 Gee 'n rede waarom verbinding **C** as 'n PRIMÊRE haloalkaan geklassifiseer word. (2)

2.3.3 Skryf die IUPAC-naam van verbinding **E**, die POSISIONELE-isomeer van verbinding **D** neer. (3)

[22]

VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Groep leerders ondersoek die effek van intermolekulêre kragte op die kookpunt van verbindings.

Hulle teken die resultate aan in die tabel hieronder.

	Verbinding	Kookpunt (°C)
A	Propan-1-ol	97
B	Butan-1-ol	117,7
C	Pentan-1-ol	138

- 3.1 Definieer die term *kookpunt*. (2)
- 3.2 Watter verbinding (**A**, **B** of **C**) sal die hoogste dampdruk by 'n gegewe temperatuur hê?
- Verwys na die inligting in die tabel om die antwoord te verduidelik. (2)
- 3.3 Vir hierdie ondersoek, skryf neer die:
- 3.3.1 Onafhanklike veranderlike (1)
- 3.3.2 Beheerde veranderlike (1)
- 3.4 Verduidelik die tendens van die kookpunt in die bostaande tabel deur te verwys na die MOLEKULÊRE STRUKTUUR, INTERMOLEKULÊRE-KRAGTE en ENERGIE betrokke. (4)
- 3.5 Die verbinding, 2-metielpropan-1-ol is 'n KETTINGISOMEER van een van die verbindings in die tabel.
- 3.5.1 Skryf die struktuurformule van 2-metielpropan-1-ol neer. (2)
- 3.5.2 Watter verbinding (**A**, **B**, of **C**) in die tabel hierbo is 'n KETTINGISOMEER van 2-metielpropan-1-ol?
- Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 3.5.3 Hoe sal die kookpunt van 2-metielpropan-1-ol vergelyk met die isomer genoem in VRAAG 3.5.2?
- Skryf slegs HOËR AS, LAER AS of GELYK AAN neer. (1)
- 3.5.4 Verduidelik die antwoord op VRAAG 3.5.3 deur te verwys na die MOLEKULÊRE STRUKTUUR, INTERMOLEKULÊRE-KRAGTE en ENERGIE betrokke. (3)

3.6 Metanoësuur is 'n kleiner verbinding as propan-1-ol. Die kookpunt van metanoësuur is HOËR as propan-1-ol.

Verduidelik volledig waarom die kookpunt van metanoësuur hoër as propan-1-ol is.

Verwys na die TIPE INTERMOLEKULÊRE KRAGTE en energie betrokke.

(4)
[22]

VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Heksaan ondergaan termiese kraging volgens die gebalanseerde vergelyking hieronder.



4.1 Definieer *kraging*. (2)

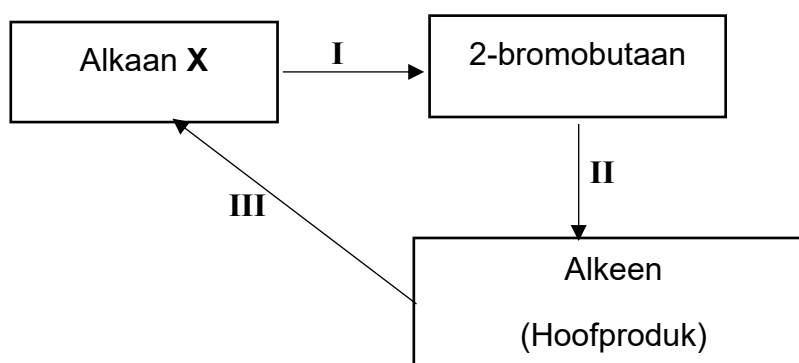
4.2 Skryf neer die:

4.2.1 Molekulêre formule van alkaan X (2)

4.2.2 Een reaksievoorwaarde (1)

Die alkaan X, geproduseer in die kraging reaksie hierbo word gebruik om ander organiese verbindings te produseer soos in die vloedidiagram hieronder getoon.

Die getalle I, II en III verteenwoordig organiese reaksies.



4.3 Skryf die TIPE reaksie neer wat voorgestel word deur:

4.3.1 I (1)

4.3.2 II (1)

4.4 Skryf die naam van die tipe addisiereaksie wat deur reaksie III verteenwoordig word neer. (1)

4.5 Skryf die NAAM of FORMULE neer van die:

4.5.1 Anorganiese reaktant wat in reaksie I gebruik word (1)

4.5.2 Katalisator wat in reaksie III gebruik word (1)

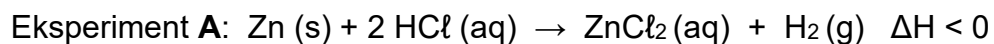
4.6 Skryf 'n gebalanseerde vergelyking neer deur gebruik te maak van GEKONDENSEERDE struktuurformules van die organiese reagense vir reaksie II. (5)

[15]

VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Groep leerders doen eksperimente om 'n faktor te ondersoek wat die tempo van reaksies beïnvloed.

In die eksperimente, gebruik die leerders die reaksie tussen sinkkorrels en OORMAAT soutsuur met konsentrasie $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ by 20°C soos hieronder getoon:



5.1 Definieer *reaksietyempo*. (2)

5.2 Is die netto energie GEABSORBEER of VRYGESTEL tydens die reaksie?

Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

5.3 Hoe sal die tempo van reaksie in die eksperiment **A** deur die volgende veranderinge geaffekteer word?

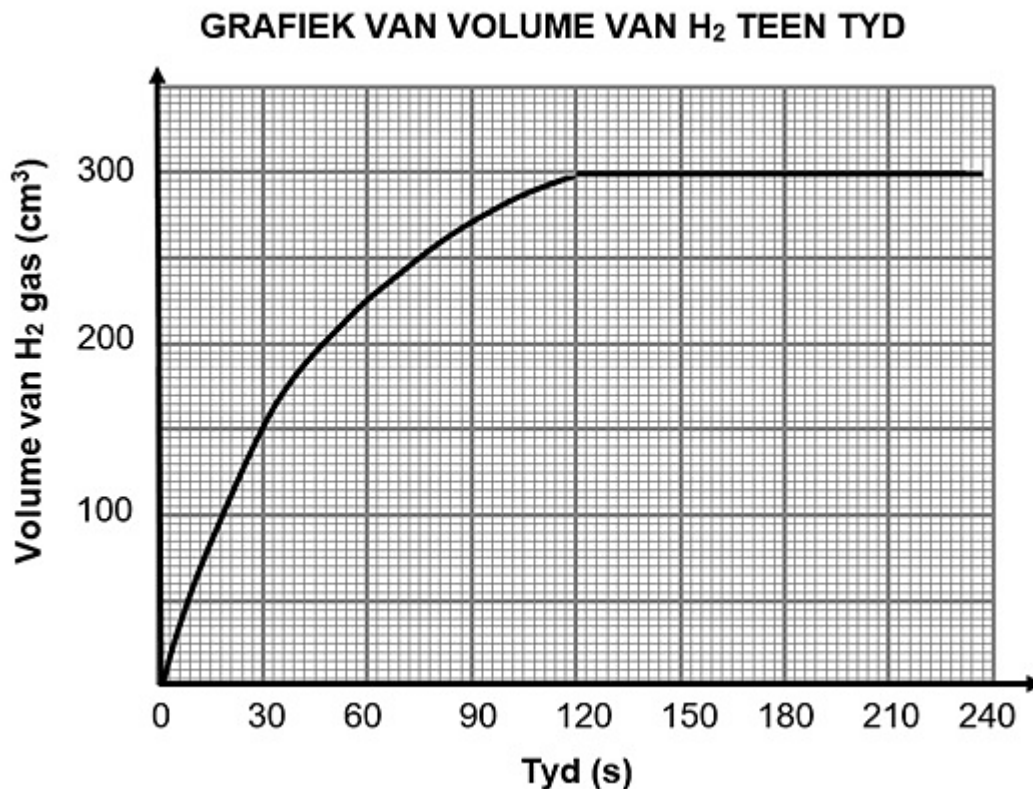
Kies uit VERHOOG, VERMINDER of GEEN EFFEK.

5.3.1 Die gebruik van H_2SO_4 -oplossing met konsentrasie $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ in die plek van HCl. (1)

5.3.2 Druk word verhoog. (1)

- 5.4 In eksperiment **A**, 50 cm^3 van soutsuur (HCl) oplossing met konsentrasie $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ reageer met $7,5 \text{ g}$ sink (Zn)-korrels.

Die volume gas gevorm teenoor tyd vir die reaksie in eksperiment **A** word hieronder getoon.



- 5.4.1 Hoeveel sekondes het die reaksie geduur om na voltooiing te kom? (1)

Daar word waargeneem dat die tempo van reaksie die HOOGSTE is gedurende die interval 0 tot 30 s is.

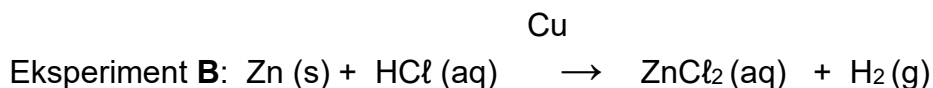
- 5.4.2 Skryf neer TWEE faktore wat die reaksietempo beïnvloed wat hierdie waarneming verklaar. (2)

- 5.5 Bereken die:

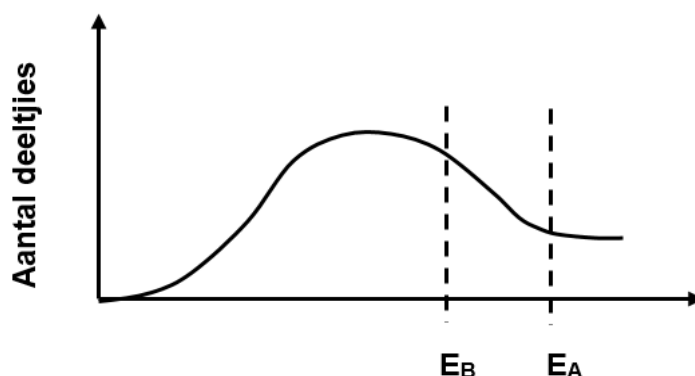
- 5.5.1 Gemiddelde tempo van reaksie (in $\text{cm}^3\cdot\text{s}^{-1}$) vir die eerste 120 s (3)

- 5.5.2 Massa van die OORMAAT reaktant wat in die fles oorbly as die molêre volume van waterstofgas by 20°C , $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ is (7)

- 5.6 In eksperiment **B** word die reaksie in eksperiment **A** herhaal onder die dieselfde toestande, maar koper is nou by die reaksie-mengsel bygevoeg.



Die Maxwell-Boltzman-verspreidingskurwe vir die reaksie in eksperiment **A** en eksperiment **B** word hieronder getoon:

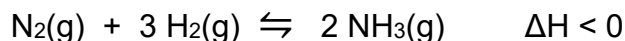


E_A en E_B verteenwoordig die aktiveringsenergie vir die reaksie in eksperimente **A** en **B** onderskeidelik.

- 5.6.1 Wat is die funksie van koper in eksperiment **B**? (1)
- 5.6.2 Verduidelik hoe die byvoeging van koper in reaksie **B** 'n effek het op die tempo van die reaksie deur na die botsingsteorie te verwys. (4)
- [24]

VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die omkeerbare reaksie hieronder bereik ewewig by 350 °C in 'n geslote houer.



6.1 Definieer die term *omkeerbare* reaksie. (2)

6.2 Die temperatuur van die ewewigmengsel word verlaag.

Hoe sal die afname in temperatuur die volgende beïnvloed?

Kies uit VERHOOG, VERLAAG of BLY KONSTANT.

6.2.1 Tempo van die voorwaartse reaksie (1)

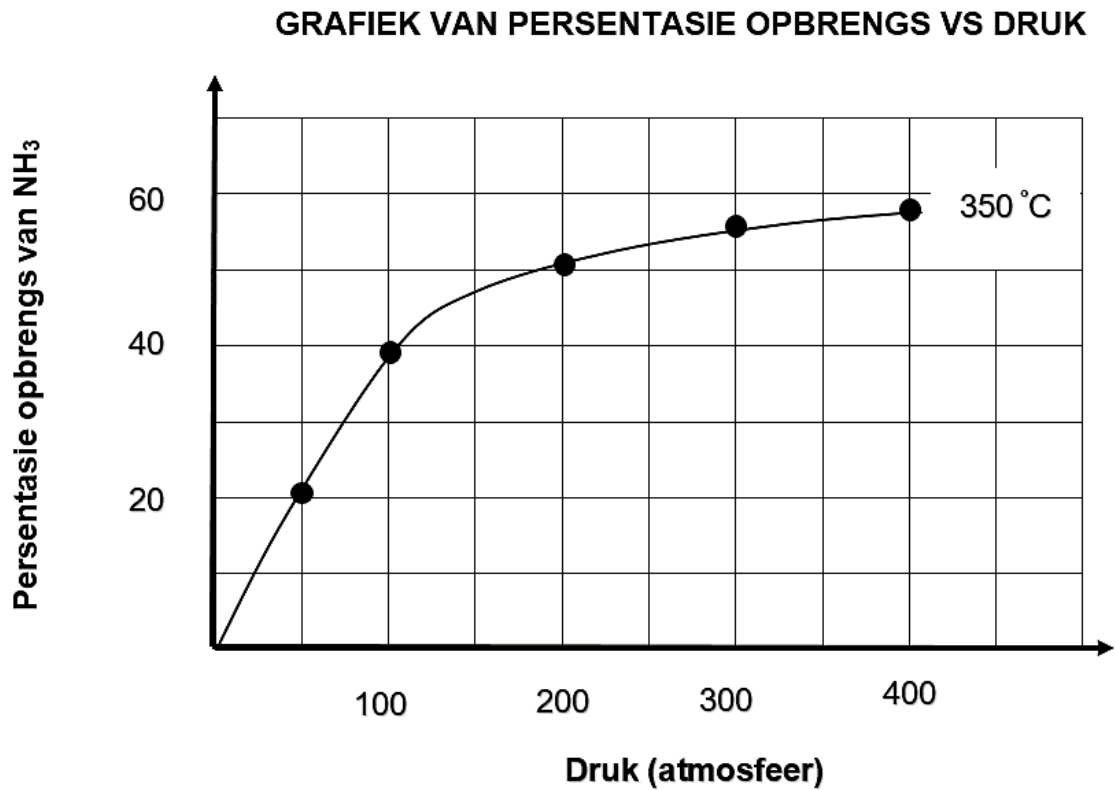
6.2.2 Aantal mol van NH₃ by ewewig (1)

6.3 Verduidelik die antwoord van VRAAG 6.2.2 hierbo deur na Le Chatelier se beginsel te verwys. (2)

6.4 Die reaksie is begin deur 7,84 gram van N₂ en 0,6 mol van H₂ in 'n leë fles te plaas wat dan verseël word. Wanneer ewewig bereik word by 350 °C is 0,12 mol van NH₃ teenwoordig. Die volume van die houer is 2 dm³.

Bereken die waarde van die ewewigskonstante by 350 °C. (8)

Die grafiek hieronder toon die persentasie opbrengs van NH_3 by $350\text{ }^\circ\text{C}$ by verskillende drukwaardes.



6.5 Skryf 'n gevolgtrekking wat gemaak kan word vanaf die grafiek tussen die verhouding van persentasie opbrengs NH_3 en die druk by konstante temperatuur. (2)

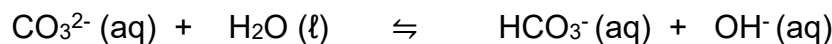
6.6 Gebruik inligting uit VRAAG 6.4 en die grafiek om die druk waarteen die reaksieewewig bereik het, te bepaal. (5)

[21]

VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

7.1 Natriumkarbonaat ioniseer in water in natrium-ione (Na^+) en karbonaat-ione (CO_3^{2-}).

Die karbonaat-ione in oplossing ondergaan hidrolise volgens die gebalanseerde vergelyking:



7.1.1 Definieer *hidrolise*. (2)

7.1.2 Gee 'n rede waarom 'n oplossing van natriumkarbonaat in water 'n alkalies is deur na die stof(we) in die vergelyking hierbo te verwys. (2)

7.1.3 Skryf die FORMULES van die TWEE sure in die vergelyking neer. (2)

7.1.4 Gee 'n rede waarom HCO_3^- as 'n amfoliet kan optree. (2)

7.2 'n Oplossing van 'n sterk diprotiese suur **X** het 'n pH = 1

7.2.1 Definieer 'n *suur* volgens die Lowry-Bronsted teorie. (2)

7.2.2 Bereken die konsentrasie van suur **X**. (4)

Die oplossing van suur **X** met konsentrasie $0,049 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ word verdun deur 15 cm^3 van die suur by water by te voeg om 'n verdunde standaardoplossing van 90 cm^3 te produseer.

7.2.3 Verduidelik die betekenis van die term *standaardoplossing*. (2)

Die VERDUNDE oplossing van suur **X** word getitreer met 'n oplossing van kaliumhidroksied.

Die volgende is die lys indikaturs wat beskikbaar is vir titrasie.

Indikator	pH-gebied
Metiel-oranje	3,1 – 4,4
Broomtimolblou	6,0 – 7,6
Fenolftaleïen	8,3 – 10,0

7.2.4 Watter EEN van die indikaturs is die mees geskik vir hierdie titrasie?

Verduidelik die antwoord. (3)

Tydens die titrasie word 25 cm^3 van die verdunde suur **X** oplossing neutraliseer deur presies $28,5 \text{ cm}^3$ van die kaliumhidroksied-oplossing.

7.2.5 Bereken die konsentrasie van die kaliumhidroksied-oplossing. (7)

[26]

TOTAAL: 150

**NATIONAL SENIOR CERTIFICATE
NASIONALE SENIOR SERTIFIKAAT**

**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 teen 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 se konstante</i>	N_A	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

TABLE 2: FORMULAE/TABEL 2: FORMULES

$n = \frac{m}{M}$ or/of $n = \frac{N}{N_A}$ or/of $n = \frac{V}{V_o}$	$c = \frac{n}{V}$ or/of $c = \frac{m}{MV}$ $\frac{c_a V_a}{c_b V_b} = \frac{n_a}{n_b}$	$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ at /by 298K
$E^\theta_{\text{cell}} = E^\theta_{\text{cathode}} - E^\theta_{\text{anode}} / E^\theta_{\text{sel}} = E^\theta_{\text{katode}} - E^\theta_{\text{anode}}$		
$E^\theta_{\text{cell}} = E^\theta_{\text{reduction}} - E^\theta_{\text{oxidation}} / E^\theta_{\text{sel}} = E^\theta_{\text{reduksie}} - E^\theta_{\text{oksidasie}}$		
$E^\theta_{\text{cell}} = E^\theta_{\text{oxidising agent}} - E^\theta_{\text{reducing agent}} / E^\theta_{\text{sel}} = E^\theta_{\text{oksideermiddel}} - E^\theta_{\text{reduseermiddel}}$		

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)																																																								
KEY/ SLEUTEL																																																																									
													<p style="text-align:center">Atomic number</p> <p style="text-align:center">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p style="text-align:center">29</p> <p style="text-align:center">↓</p> <p style="text-align:center">1,9</p> <p style="text-align:center">Cu</p> <p style="text-align:center">↑</p> </div> <p style="text-align:center">Benaderde relatiewe atoommassa</p>																																																												
													<p style="text-align:center">Elektronegatiwiteit</p> <p style="text-align:center">→</p> <p style="text-align:center">Electronegativity</p>					<p style="text-align:center">←</p> <p style="text-align:center">Simbool</p> <p style="text-align:center">Symbol</p>																																																							
2,1 1 H	1,0 3 Li	1,5 4 Be															2 He																																																								
0,9 11 Na	1,2 12 Mg															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																																																				
0,8 19 K	1,0 20 Ca	1,3 21 Sc	1,5 22 Ti	1,6 23 V	1,6 24 Cr	1,5 25 Mn	1,8 26 Fe	1,8 27 Co	1,8 28 Ni	1,9 29 Cu	1,6 30 Zn	1,6 31 Ga	1,8 32 Ge	2,0 33 As	2,4 34 Se	2,8 35 Br	36 Kr																																																								
0,8 37 Rb	1,0 38 Sr	1,2 39 Y	1,4 40 Zr	Nb 41	1,8 42 Mo	1,9 43 Tc	2,2 44 Ru	2,2 45 Rh	2,2 46 Pd	1,9 47 Ag	1,7 48 Cd	1,7 49 In	1,8 50 Sn	1,9 51 Sb	2,1 52 Te	2,5 53 I	54 Xe																																																								
0,7 55 Cs	0,9 56 Ba	57 La	1,6 72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	1,8 81 Tl	1,8 82 Pb	1,9 83 Bi	2,0 84 Po	2,5 85 At	86 Rn																																																								
0,7 87 Fr	0,9 88 Ra	89 Ac																																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center">58 Ce</td> <td style="text-align:center">59 Pr</td> <td style="text-align:center">60 Nd</td> <td style="text-align:center">61 Pm</td> <td style="text-align:center">62 Sm</td> <td style="text-align:center">63 Eu</td> <td style="text-align:center">64 Gd</td> <td style="text-align:center">65 Tb</td> <td style="text-align:center">66 Dy</td> <td style="text-align:center">67 Ho</td> <td style="text-align:center">68 Er</td> <td style="text-align:center">69 Tm</td> <td style="text-align:center">70 Yb</td> <td style="text-align:center">71 Lu</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center">140</td> <td style="text-align:center">141</td> <td style="text-align:center">144</td> <td></td> <td style="text-align:center">150</td> <td style="text-align:center">152</td> <td style="text-align:center">157</td> <td style="text-align:center">159</td> <td style="text-align:center">163</td> <td style="text-align:center">165</td> <td style="text-align:center">167</td> <td style="text-align:center">169</td> <td style="text-align:center">173</td> <td style="text-align:center">175</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center">90 Th</td> <td style="text-align:center">91 Pa</td> <td style="text-align:center">92 U</td> <td style="text-align:center">93 Np</td> <td style="text-align:center">94 Pu</td> <td style="text-align:center">95 Am</td> <td style="text-align:center">96 Cm</td> <td style="text-align:center">97 Bk</td> <td style="text-align:center">98 Cf</td> <td style="text-align:center">99 Es</td> <td style="text-align:center">100 Fm</td> <td style="text-align:center">101 Md</td> <td style="text-align:center">102 No</td> <td style="text-align:center">103 Lr</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center">232</td> <td></td> <td style="text-align:center">238</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	140	141	144		150	152	157	159	163	165	167	169	173	175	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	232		238											
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																																																												
140	141	144		150	152	157	159	163	165	167	169	173	175																																																												
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																																												
232		238																																																																							