



# JENN

**Training and Consultancy**

**The path to enlightened education**

**VAK: FISIESE WETENSAPPE**

**GRAAD 12**

**2026 WINTERKLASSE**

**ONDERWYSER- EN LEERDERINHOU DHANDLEIDING**

**Onderwerp(e)**

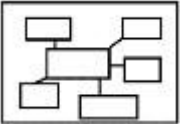
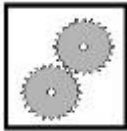
- 1. Reaksietempo**
- 2. Chemiese Ewig**
- 3. Elektrochemie**
- 4. Optiese Verskynsel**

## FISIESE WETENSKAPPE PROGRAM VIR 2025 WINTERKLASSE

| VRAESTEL          | ONDERWERPE                                   | TOTALE URE | EINDDATUM  |
|-------------------|----------------------------------------------|------------|------------|
|                   |                                              |            |            |
| WEEK 1            | PRETOETS (REAKSIETEMPO EN CHEMIESE EWEWIG)   | 1 UUR      | 27/06/2026 |
| CHEMIE VRAESTEL 2 | REAKSIETEMPO                                 | 4UUR       | 29/06/2026 |
|                   | CHEMIESE EWEWIG                              | 5 URE      | 01/07/2026 |
| WEEK 2            | POST-TOETS (REAKSIETEMPO EN CHEMIESE EWEWIG) | 1 UUR      | 02/07/2026 |
| CHEMIE EN FISIKA  | ELEKTROCHEMIE                                | 5 URE      | 04/07/2026 |
|                   | OPTIESE VERSKYNSEL                           | 4 URE      | 06/07/2026 |
| TOTAAL            |                                              | 20 UUR     |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b><u>ONDERWERP 1: Reaksietempo</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eksamenriglyn en uitkomste</li> <li>○ Belangrike terme en definisie</li> <li>○ Notas</li> <li>○ Uitgewerkte voorbeelde</li> <li>○ Aktiwiteite</li> </ul>      | <b><u>Blad sy</u></b><br>5<br>6<br>7-12<br>14-19<br>20-24       |
| <b><u>ONDERWERP 2: Chemiese Ewewig</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eksamenriglyn en uitkomste</li> <li>○ Belangrike terme en definisie</li> <li>○ Notas</li> <li>○ Uitgewerkte voorbeelde</li> <li>○ Aktiwiteite</li> </ul>   | <b><u>Blad sy</u></b><br>26<br>26<br>27-29<br>30<br>31-35       |
| <b><u>ONDERWERP 3: Elektrochemie</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eksamenriglyn en Uitkomste</li> <li>○ Belangrike terme en definisies</li> <li>○ Notas</li> <li>○ Uitgewerkte voorbeelde</li> <li>○ Aktiwiteite</li> </ul>    | <b><u>Blad sy</u></b><br>37-38<br>39<br>40-44<br>46-47<br>48-52 |
| <b><u>ONDERWERP 4: Optiese Verskynsel</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eksamenriglyn en uitkomste</li> <li>○ Belangrike terme en definisie</li> <li>○ Notas</li> <li>○ Uitewerkte voorbeelde</li> <li>○ Aktiwiteite</li> </ul> | <b><u>Blad sy</u></b><br>54<br>55<br>56-58<br>59-65<br>65-69    |

**IKON BESKRYWING**

|                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                     |                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>BREINKAART</b>   |  <b>EKSAMENRIGLYNE</b> |  <b>INHOUD</b>                   |  <b>AKTIWITEITE</b> |
|  <b>BIBLIOGRAFIE</b> |  <b>TERMINOLOGIE</b>   |  <b>UITGEWERK<br/>VOORBEELDE</b> |  <b>STAPPE</b>      |



# JENN

**Training and Consultancy**

**The path to enlightened education**

**VAK: FISIESE WETENSKAPPE**

**GRAAD 12**

**2026 WINTERKLASSE**

**ONDERWYSER- EN LEERDERINHOU DHANDLEIDING**

**Onderwerp  
REAKSIETEMPO'S**

## **EKSAMENRIGLYNE**



### **Tempo en Omvang van Reaksie**

(Hierdie afdeling moet saam met die CAPS, bl. 136–138, gelees word.)

#### **Reaksietempo's en faktore wat die tempo beïnvloed**

- Definieer die reaksietempo as die verandering in konsentrasie van reaktante of produkte per tydseenheid.
- Bereken die reaksietempo uit gegewe data vir reaktante:

$$\text{Tempo} = -\frac{\Delta C}{\Delta t} \quad (\text{Eenheid: mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1})$$

Bereken reaksietempo uit gegewe data vir produkte:

$$\text{Tempo} = \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad (\text{Eenheid: mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1})$$

Vrae kan ook berekeninge van tempo in terme van verandering in massa/volume/mol per tyd insluit.

- Lys die faktore wat die tempo van chemiese reaksies beïnvloed, d.w.s. aard van reagerende stowwe, reaksie-oppervlakte, konsentrasie (druk vir gasse), temperatuur en die teenwoordigheid van 'n katalisator.
- Verduidelik in terme van die botsingsteorie hoe die verskillende faktore die tempo van chemiese reaksies beïnvloed. Die botsingsteorie is 'n model wat die reaksietempo verduidelik as die gevolg van deeltjies wat met 'n sekere minimum energie bots om produkte te vorm.

#### **Meting van reaksietempo's**

- Beantwoord vrae en interpreteer data (tabelle of grafieke) oor verskillende eksperimentele tegnieke om die tempo van 'n gegewe reaksie te meet.

#### **Meganisme van reaksie en katalise**

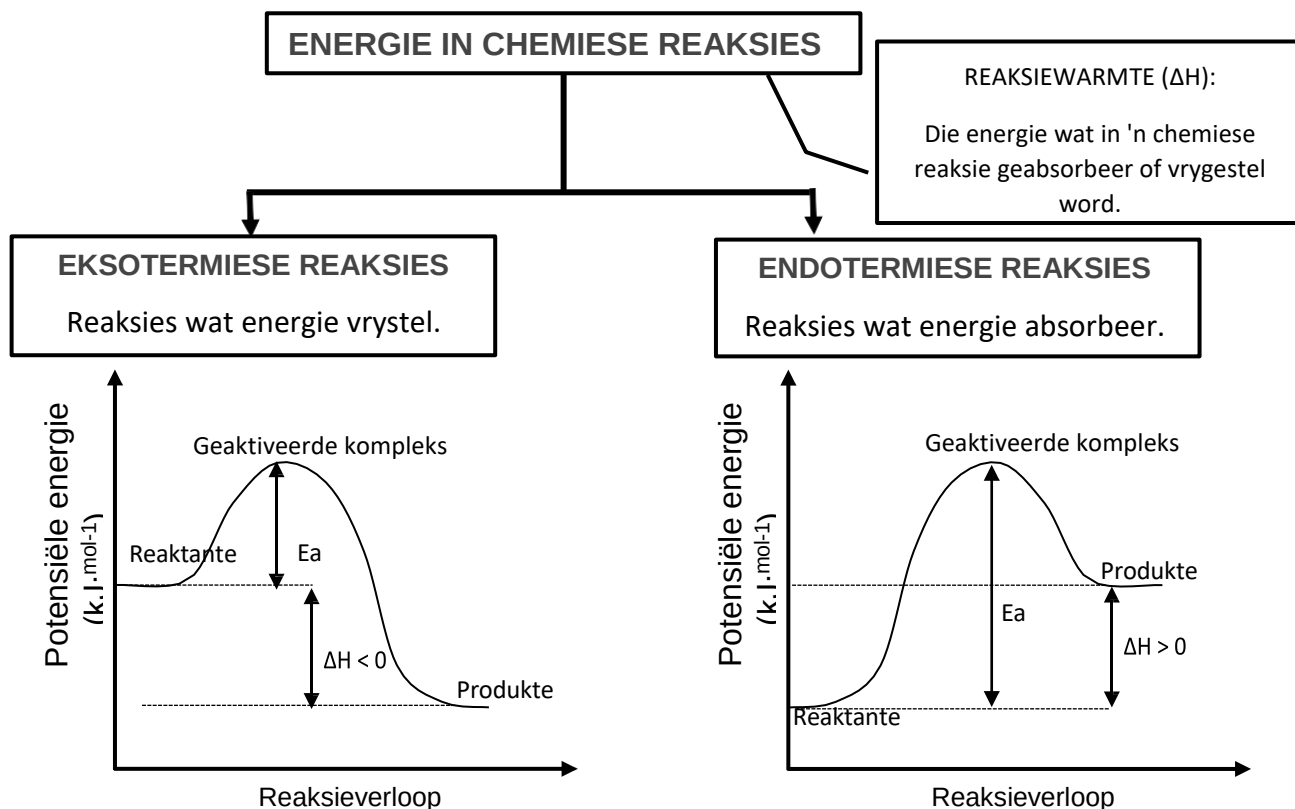
- Definieer die term katalisator as 'n stof wat die tempo van 'n chemiese reaksie verhoog sonder om self 'n permanente verandering te ondergaan.
- Verduidelik dat 'n katalisator die tempo van 'n reaksie verhoog deur 'n alternatiewe roete van laer aktiveringsenergie te bied. Dit verlaag dus die netto aktiveringsenergie.
- Interpreteer Maxwell-Boltzmannkurwes (aantal deeltjies teenoor kinetiese energie) om die effek van 'n katalisator, temperatuur en konsentrasie op die reaksietempo te verduidelik.

## **BELANGRIKE TERME EN DEFINISIES**

| <b>TERME EN DEFINISIES</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mol                                    | Een mol van 'n stof is die hoeveelheid stof met dieselfde aantal deeltjies as wat daar atome in 12 g koolstof-12 is.                                                                                                                                                                   |
| Molêre gasvolume by STP                | Die volume van een mol gas.<br>(1 mol van enige gas beslaan 22,4 dm <sup>3</sup> by 0 °C (273 K) en 1 atmosfeer (101,3 kPa).                                                                                                                                                           |
| Molêre massa                           | Die massa van een mol van 'n stof.<br>Simbool: M    Eenheid: g·mol <sup>-1</sup>                                                                                                                                                                                                       |
| Avogadro se Wet                        | Onder dieselfde temperatuur- en druktoestande beslaan dieselfde aantal mol van alle gasse dieselfde volume.                                                                                                                                                                            |
| Konsentrasie                           | Die hoeveelheid opgeloste stof per liter/kubieke desimeter oplossing.<br>In simbole: $C = \frac{n}{V}$ Eenheid: mol·dm <sup>-3</sup>                                                                                                                                                   |
| Empiriese formule                      | Die eenvoudigste positiewe heelgetalverhouding van atome wat in 'n verbinding teenwoordig is.                                                                                                                                                                                          |
| Persentasie opbrengs                   | Opbrengs is die hoeveelheid produk wat uit 'n reaksie verkry word.<br>$\text{persentasieopbrengs} = \frac{\text{werklike massa}}{\text{berekende massa}} \times 100$                                                                                                                   |
| Persentasie suiwerheid                 | Persentasie suiwerheid = $\frac{\text{massa suiwer stof}}{\text{massa van onsuiver}} \times 100$                                                                                                                                                                                       |
| Persentasie-samestelling               | Die persentasie van elk van die komponente in 'n stof.<br>$\text{Persentasie van komponent} = \frac{\text{massa van komponent}}{\text{massa van alle komponente}} \times 100$                                                                                                          |
| Beperkende reagentse                   | Die stof wat heeltemal opgebruik word wanneer die chemiese reaksie voltooi is.                                                                                                                                                                                                         |
| Hitte van reaksie (ΔH)                 | Die energie wat tydens 'n chemiese reaksie geabsorbeer of vrygestel word.                                                                                                                                                                                                              |
| Eksotermiese reaksies                  | Reaksies wat energie vrystel. (ΔH < 0)                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Endotermiese reaksies                  | Reaksies wat energie absorber/opneem. (ΔH > 0)                                                                                                                                                                                                                                         |
| Aktiveringsenergie                     | Die minimum energie wat nodig is vir 'n reaksie om plaas te vind.                                                                                                                                                                                                                      |
| Geaktiveerde kompleks                  | Die onstabiele oorgangstoestand van reaktante na produkte.                                                                                                                                                                                                                             |
| Reaksietempo                           | Die verandering in konsentrasie per tydseenheid                                                                                                                                                                                                                                        |
| Botsingsteorie                         | 'n Model wat die reaksietempo verduidelik as die gevolg van deeltjies wat met minimale energie bots                                                                                                                                                                                    |
| Katalisator                            | 'n Stof wat die tempo van 'n chemiese reaksie verhoog sonder om self 'n permanente verandering te ondergaan.<br>('n Katalisator verhoog die tempo van 'n reaksie deur 'n alternatiewe roete van laer aktiveringsenergie te bied. Dit verlaag dus die netto/totale aktiveringsenergie.) |
| Faktore wat die reaksietempo beïnvloed | Aard van reagerende stowwe, reaksie-oppervlak, konsentrasie (druk vir gasse), temperatuur en die teenwoordigheid van 'n katalisator.                                                                                                                                                   |

## Notas

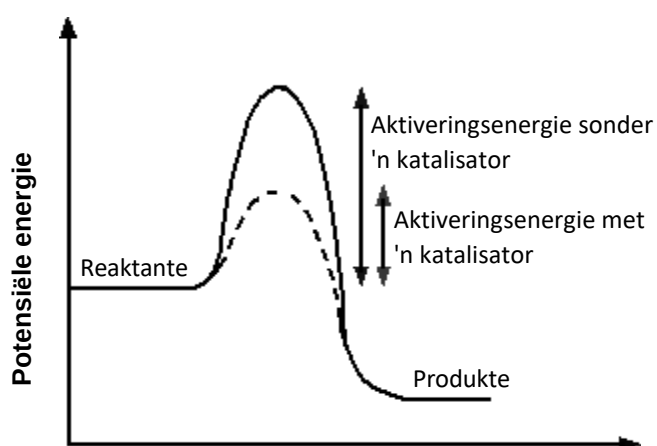
### REAKSIETEMPO EN ENERGIE IN CHEMIESE REAKSIES



**Aktiveringsenergie**  
Die minimum energie wat nodig is vir 'n reaksie om plaas te vind.

**Geaktiveerde kompleks**  
Die onstabiele oorgangstoestand van reaktante na produkte.

### EFFEK VAN 'N KATALISATOR



#### Katalisator

Verhoog die reaksietempo sonder om 'n permanente verandering te ondergaan.

#### Meganisme van katalisator:

Verhoog die reaksietempo deur die totale aktiveringsenergie te verlaag

# REAKSIETEMPO

Reaksiëkoördinaat  
Verandering in konsentrasie van reaktante of produkte per eenheid tyd



- ## FAKTORE WAT REAKSIETEMPO'S BEÏNVLOED
1. Die aard van reaktante
  2. Konsentrasie – hoër konsentrasie, vinniger tempo
  3. Oppervlakte – groter reaksie-oppervlakte, vinniger tempo
  4. Temperatuur – hoër temperatuur, vinniger tempo
  5. Katalisator – verhoog die reaksietempo sonder om 'n permanente verandering te ondergaan



### Berekening van reaksietempo

|                                         |                                             |                                             |                                             |                                             |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Bepaal die tempo in terme van produkte  | $\text{Tempo} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$  | $\text{Tempo} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$  | $\text{Tempo} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  | $\text{Tempo} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$  |
| Bepaal die tempo in terme van reaktante | $\text{Tempo} = -\frac{\Delta c}{\Delta t}$ | $\text{Tempo} = -\frac{\Delta m}{\Delta t}$ | $\text{Tempo} = -\frac{\Delta V}{\Delta t}$ | $\text{Tempo} = -\frac{\Delta n}{\Delta t}$ |

**Eenheid van reaksietempo:** Enige eenheid van bogenoemde hoeveelhede per sekonde

**Voorbeelde:**  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$  OF  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$  OF  $\text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$  OF  $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$

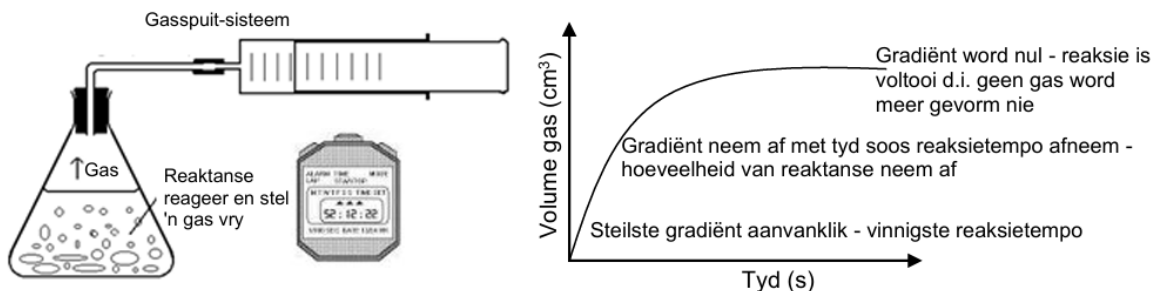
### PRAKTIESE VAARDIGHEDE

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Onafhanklike veranderlike</b>   | Die veranderlike wat tydens 'n ondersoek verander/gemanipuleer word, bv. 'n toename in temperatuur. (Dit is die inset.)                                                                                                                                                                                             |
| <b>Afhanklike veranderlike</b>     | Die veranderlike wat verander as gevolg van 'n verandering in die onafhanklike veranderlike, bv. reaksietempo verander as gevolg van 'n verandering in temperatuur. (Dit is die uitset.)                                                                                                                            |
| <b>Gekontroleerde veranderlike</b> | Die veranderlike(s) wat konstant gehou word, bv. konsentrasie en reaksieoppervlak, word konstant gehou om die effek van temperatuur op reaksietempo te meet.                                                                                                                                                        |
| <b>Ondersoekende vraag</b>         | 'n Vraag oor die verhouding tussen die afhanklike en onafhanklike veranderlikes. Moet beide die onafhanklike en afhanklike veranderlike hê en is 'n vraag oor die verhouding tussen hulle. Voorbeeld: Wat is die verband tussen temperatuur en reaksietempo?                                                        |
| <b>Hipotese</b>                    | 'n Voorspelling oor die antwoord op die ondersoekende vraag voor die ondersoek. Moet beide die onafhanklike en afhanklike veranderlike hê en die verband tussen hulle voorspel.<br>Voorbeeld: Wanneer temperatuur styg, sal die reaksietempo afneem. OF wanneer die temperatuur styg, sal die reaksietempo toeneem. |
| <b>Gevolgtrekking</b>              | Die gevolgtrekking word gemaak na die ondersoek en beantwoord die ondersoekende vraag. Moet beide die onafhanklike en afhanklike veranderlike hê en die verband tussen hulle aandui.<br>Voorbeeld: Wanneer temperatuur styg, neem die reaksietempo toe.                                                             |

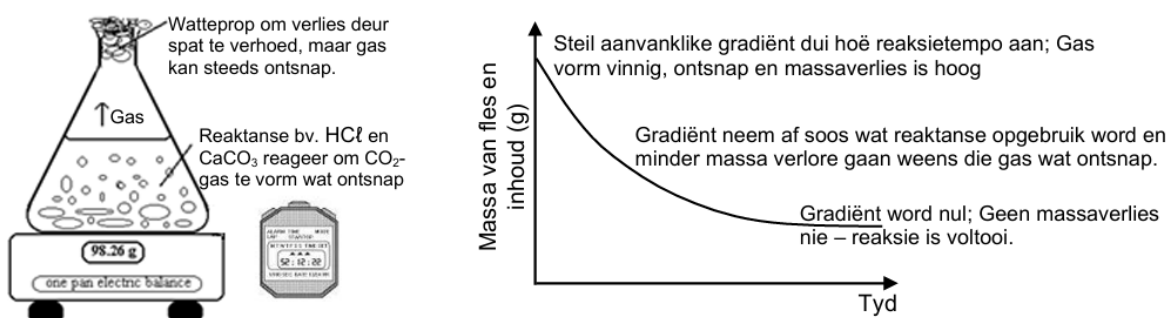


## METING VAN REAKSIETEMPO

### MEET DIE VOLUME GAS VRYGESTEL PER TYD

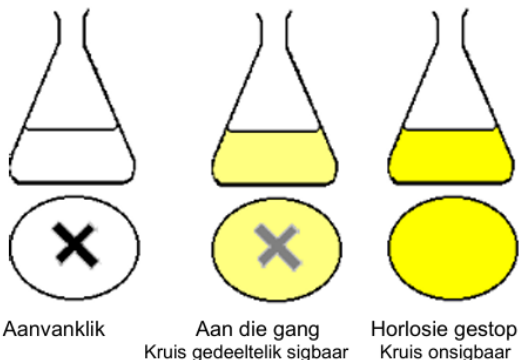
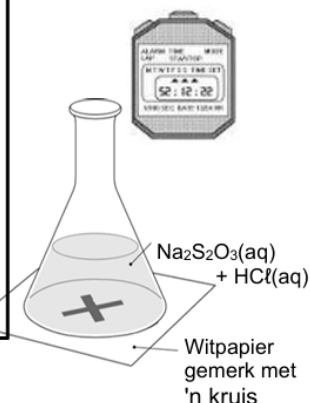


### MEET DIE MASSAVERLIES VAN REAKTANSE PER TYD



### MEET DIE TYD GENEEM VIR DIE VORMING VAN 'N HOEVEELHEID PRESIPITAAT

- Wanneer natriumtiosulfaat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) met  $\text{HCl}$  reageer, vorm 'n geel swawelpresipitaat.
- Die tyd geneem vir 'n sekere hoeveelheid presipitaat om te vorm, word gemeet.
- Die reaksie en die swart kruis (X) op witpapier word van bo deur die koniese fles waargeneem.
- Die X word uiteindelik onsigbaar as gevolg van die vorming van die swawelpresipitaat en die tyd word opgeteken.
- Die reaksie kan herhaal word by:
  - Verskillende temperatuur** (konstante konsentrasie van  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  en  $\text{HCl}$ ), om die effek van temperatuur op tempo te ondersoek
  - Verskillende konsentrasies**  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  by dieselfde temperatuur om die effek van konsentrasie op tempo te ondersoek.



- Reaksietempo word bereken as  $\frac{1}{\text{tyd}}$ .
- Vir die kruis om onsigbaar te word moet dieselfde hoeveelheid presipitaat (swawel) in elke eksperiment vorm en dus is die massa S wat vorm dieselfde (konstant) en word verteenwoordig deur die 1.

## BOTSINGSTEORIE

**Die botsingsteorie verduidelik faktore wat reaksietempo beïnvloed.**

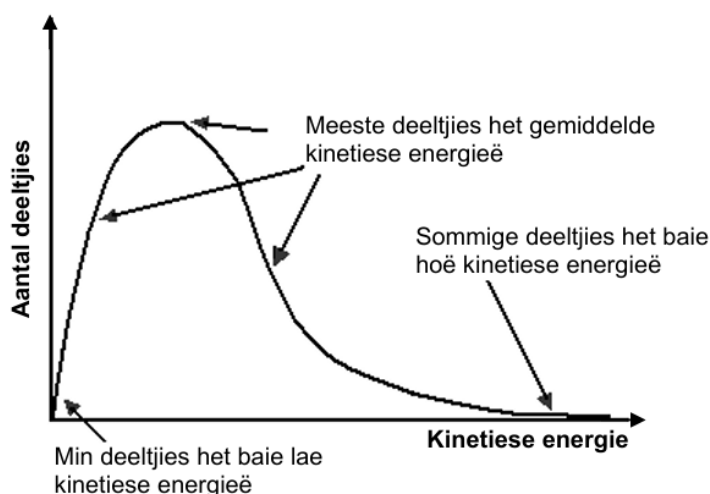
Volgens die botsingsteorie moet reagerende deeltjies teen mekaar bots vir 'n chemiese reaksie om plaas te vind. Die reaksietempo is afhanklik van die frekwensie van botsings d.i. die aantal botsings per eenheidstyd. Die teorie noem ook dat deeltjies soms bots sonder dat 'n reaksie plaasvind.

**Vir botsings om suksesvol of effektief te wees, moet reagerende deeltjies:**

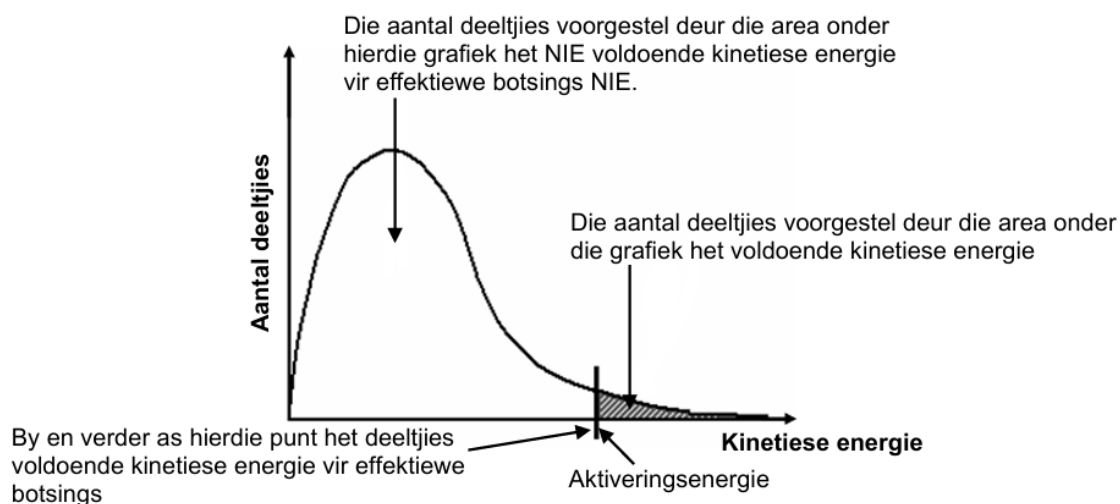
- Met voldoende kinetiese energie bots
- Die korrekte oriëntasie hê

## **BOLTZMANN-MAXWELL-VERSPREIDINGSKURWE OF ENERGIEVERSPREIDINGSKURWE**

Aangesien energie een van die bepalende faktore vir 'n reaksie is, is dit nodig om te weet watter **aantal deeltjies (bv. molekule) het kinetiese energie gelyk aan of groter as die aktiveringsenergie**. Deeltjies in enige sisteem verteenwoordig 'n verskeidenheid van kinetiese energieë. Die verspreiding van kinetiese energieë kan voorgestel word op 'n kurwe bekend as 'n Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe.



Die **area onder die grafiek** is 'n maatstaf van die totale aantal deeltjies, bv. molekule, teenwoordig. Die **grootte van die aktiveringsenergie** word op die Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe aangedui as 'n lyn by 'n **spesifieke kinetiese energie**. Slegs 'n klein aantal deeltjies het voldoende kinetiese energie d.i. kinetiese energie gelyk aan of groter as die aktiveringsenergie. Meeste deeltjies het onvoldoende kinetiese energie.

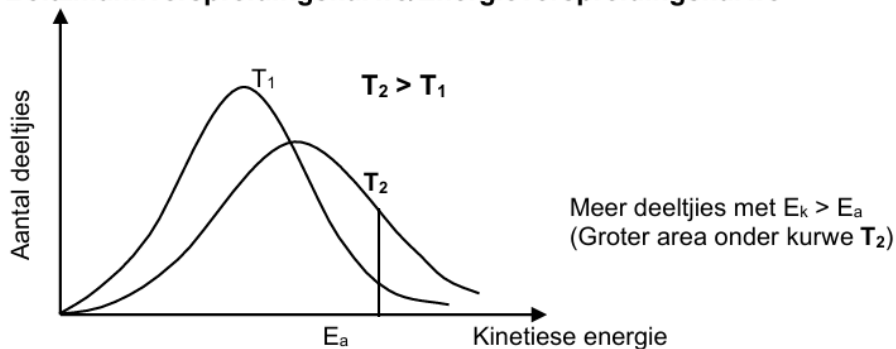


## VERDUIDELIKINGS IN TERME VAN DIE BOTSINGSTEORIE

### EFFEK VAN TOENAME IN TEMPERATUUR OP REAKSIETEMPO

- By 'n hoër temperatuur **VERHOOG** die gemiddelde **KINETIESE ENERGIE** van die deeltjies.
- Meer deeltjies het voldoende of genoeg kinetiese energie.
- Meer effektiewe botsings vind per eenheidstyd plaas.
- Reaksietyempo neem toe.

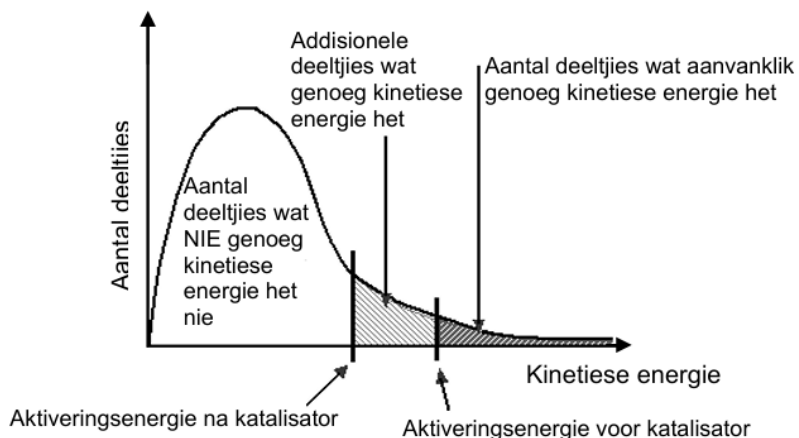
#### Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe/Energieverspreidingskurwe



### EFFEK VAN 'N KATALISATOR OP REAKSIETEMPO

- Die katalisator verskaf 'n pad van **LAER AKTIVERINGSENERGIE**.
- Meer deeltjies het voldoende of genoeg kinetiese energie.
- Meer effektiewe botsings vind per eenheidstyd plaas.
- Reaksietyempo neem toe.

#### Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe/Energieverspreidingskurwe

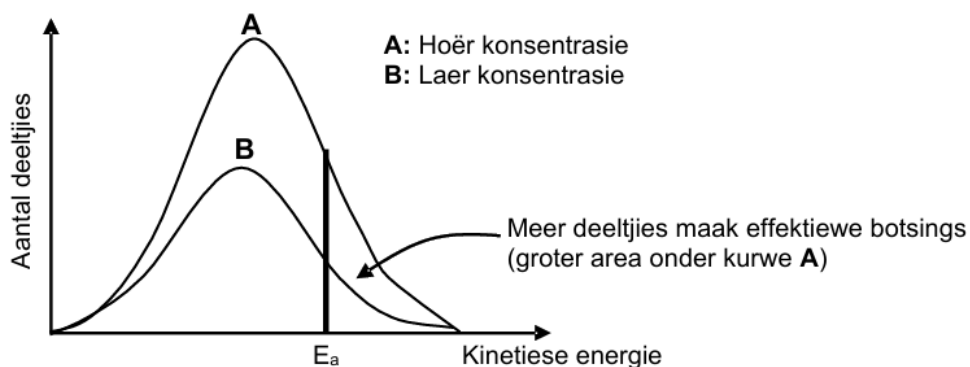


## VERDUIDELIKINGS IN TERME VAN DIE BOTSINGSTEORIE

### EFFEK VAN TOENAME IN KONSENTRASIE OP REAKSIETEMPO

- By 'n hoër konsentrasie is meer deeltjies per eenheidsvolume.
- Meer botsing vind plaas per eenheidstyd./Meer deeltjies met korrekte orientasie.
- Meer effektiewe botsings vind per eenheidstyd plaas.
- Reaksietempo neem toe.

#### Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe/Energieverspreidingskurwe



### EFFEK VAN TOENAME IN REAKSIEOPPERVLAK OP REAKSIETEMPO

- Met 'n groter reaksieoppervlak/toestand van verdeeldheid is meer deeltjies blootgestel om te bots.
- Meer deeltjies is blootgestel./Meer botsing vind plaas per eenheidstyd.
- Meer effektiewe botsings vind per eenheidstyd plaas.
- Reaksietempo neem toe.

#### Maxwell-Boltzmannverspreidingskurwe/Energieverspreidingskurwe

Soortgelyk aan dié vir konsentrasie.

## MEERKEUSEVRAE

### Vraag 1

'n Reaksie tussen magnesium en soutsuur is onder verskillende toestande uitgevoer:

| Eksperiment | Temperatuur (°C) | Konsentrasie ( $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) | Oppervlakte |
|-------------|------------------|----------------------------------------------------|-------------|
| A           | 25               | 1.0                                                | Lint        |
| B           | 35               | 1.0                                                | Poeier      |
| C           | 25               | 2.0                                                | Lint        |
| D           | 35               | 2.0                                                | Poeier      |

Watter eksperiment gaan die **vinnigste reaksietempo** hê?

- A. A                      B. B                      C. C                      D. D

## Vraag 2

Beskou die reaksie:  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$

| Eksperiment | [NO] ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) | [O <sub>2</sub> ] ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) | Aanvanklike tempo ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ ) |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 0.1                                      | 0.1                                                   | 0.02                                                                    |
| 2           | 0.2                                      | 0.1                                                   | 0.08                                                                    |
| 3           | 0.1                                      | 0.2                                                   | 0.02                                                                    |

Wat is die **orde met betrekking tot NO**?

- A. 0                                      B. 1  
C. 2                                      D. 3

## Vraag 3

'n Katalisator word by 'n reaksiestelsel gevoeg. Watter stelling is **korrek**?

- A. Dit verhoog die aktiveringsenergie  
B. Dit verander die ewewigposisie  
C. Dit bied 'n alternatiewe reaksiepad  
D. Dit verhoog die konsentrasie van reaktante

## Vraag 4

Vir 'n sekere reaksie:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$

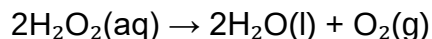
| Tyd (s) | Konsentrasie van A ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) |
|---------|--------------------------------------------------------|
| 0       | 1.00                                                   |
| 20      | 0.75                                                   |
| 40      | 0.50                                                   |
| 60      | 0.25                                                   |

Wat is die **gemiddelde reaksietempo** tussen 20 sekondes en 40 sekondes?

- A.  $0,0125 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$   
B.  $0,025 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$   
C.  $0,050 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$   
D.  $0,010 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$

## Vraag 5

Die ontbinding van waterstofperoksied word ondersoek:



| Eksperiment | Katalisator teenwoordig | Volume van O <sub>2</sub> na 60 s (cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| 1           | Nee                     | 20                                                   |
| 2           | Ja                      | 45                                                   |

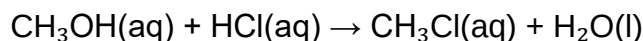
Watter gevolgtrekking kan gemaak word?

- A. Katalisator verhoog opbrengs
- B. Katalisator verhoog die reaksietempo
- C. Katalisator word verbruik
- D. Katalisator verskuif ewewig

## UITGEWERKTE VOORBEELDE

VOORBEELD 1 (Maart 2016)

Metanol en soutsuur reageer volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



- 1.1 Noem TWEE faktore wat die tempo van hierdie reaksie kan VERHOOG. (2)  
Antwoord: Verhoog temperatuur. ✓ Verhoog die konsentrasie van suur. ✓ Voeg 'n katalisator by.
- 1.2 Definieer die term reaksietempo. (2)  
Antwoord: Verandering in konsentrasie van produkte/reaktante ✓ per tydseenheid. ✓
- 1.3 Die tempo van die reaksie tussen metanol en soutsuur word ondersoek. Die konsentrasie van HCl(aq) is op verskillende tydsintervalle gemeet. Die volgende resultate is verkry:

| TYD (MINUTE) | HCl-KONSENTRASIE (mol·dm <sup>-3</sup> ) |
|--------------|------------------------------------------|
| 0            | 1,90                                     |
| 15           | 1,45                                     |
| 55           | 1,10                                     |
| 100          | 0,85                                     |
| 215          | 0,60                                     |

1.3.1 Bereken die gemiddelde reaksietempo, in  $(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}) \cdot \text{min}^{-1}$  gedurende die eerste 15 minute. (3)

Antwoord: Gemiddelde tempo =  $-\Delta c / \Delta t$

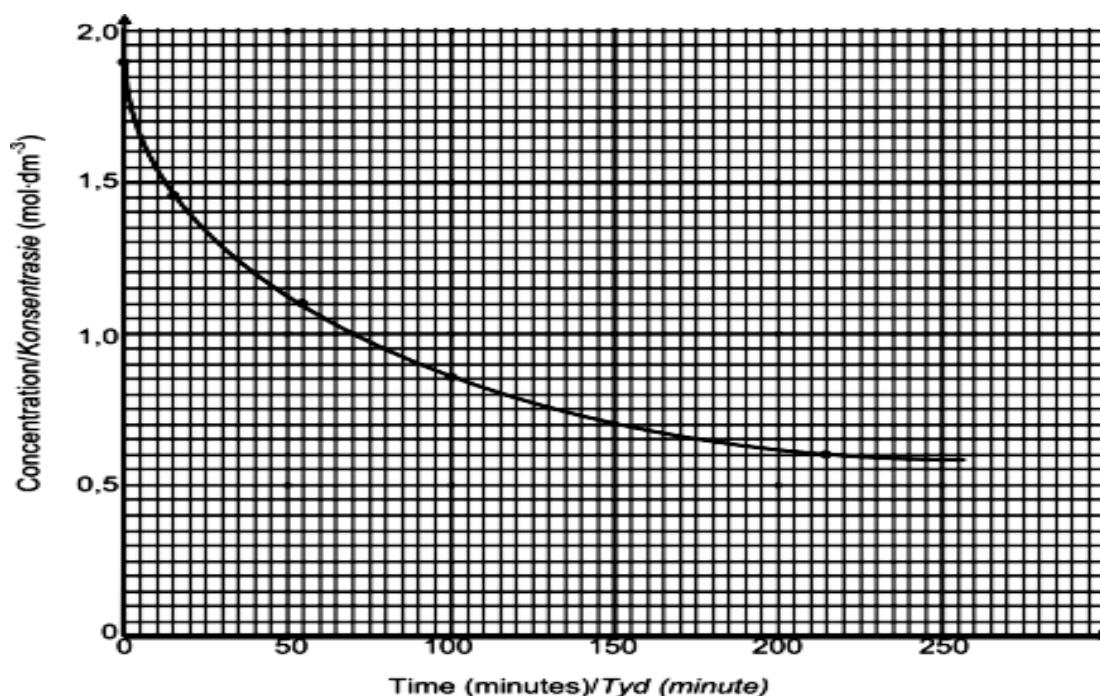
$\Delta c = c(\text{finaal}) - c(\text{aanvanklik})$

$$= - (1.45 - 1.90) \checkmark / (15 - 0) \checkmark$$

$$= 0.03 (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}) \cdot \text{min}^{-1} \checkmark$$

1.3.2 Gebruik die data in die tabel om 'n grafiek van konsentrasie teenoor tyd op grafiekpapier te teken. LET WEL: Die grafiek is nie 'n reguit lyn nie. (3)

Antwoord:



| Marking criteria/Nasienriglyne                           |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Four points correctly plotted./Vier punte korrek gestip. | ✓✓ |
| Curve drawn as shown./Kurve getrek soos getoon.          | ✓  |

1.3.3 Bepaal uit die grafiek die konsentrasie van  $\text{HCl}(\text{aq})$  by die 40ste minuut.(1)

Antwoord: 1,15 tot 1,25  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ✓

1.3.4 Gebruik die botsingsteorie om te verduidelik waarom die reaksietempo met tyd afneem. Neem aan die temperatuur bly konstant. (3)

Antwoord:

Konsentrasie van reaktante neem af. ✓

Minder deeltjies per volume-eenheid. ✓

Minder effektiewe botsings per tydseenheid. ✓

1.3.5 Bereken die massa van  $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{aq})$  in die fles by die 215de minuut. Die volume van die reagense bly  $60 \text{ cm}^3$  tydens die reaksie. (5)



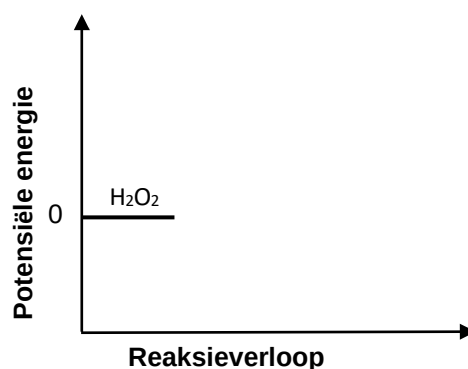
Antwoord:

| OPTION 1/OPSIE 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OPTION 2/OPSIE 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Mol initially/begin:<br/> <math>n(\text{HCl}) = cV \checkmark</math><br/> <math>= (1,9)(60 \times 10^{-3}) \checkmark</math><br/> <math>= 0,11 \text{ mol } (0,114)</math></p> <p>Mol final/finaal:<br/> <math>n(\text{HCl}) = cV \checkmark</math><br/> <math>= (0,6)(60 \times 10^{-3}) \checkmark</math><br/> <math>= 0,04 \text{ mol } (0,036)</math></p> <p><math>\Delta n(\text{HCl}) = 0,04 - 0,11 \checkmark</math><br/> <math>= -0,07 \text{ mol } (0,078 \text{ mol})</math><br/> <math>\Delta n(\text{HCl}) = 0,07 \text{ mol } (0,078)</math></p> <p><math>n(\text{formed/gevorm}) = n(\text{reacted/reageer})</math><br/> <math>n(\text{CH}_3\text{Cl}) = n(\text{HCl}) \checkmark</math><br/> <math>= 0,07 \text{ mol}</math></p> <p><math>m(\text{CH}_3\text{Cl}) = nM \checkmark</math><br/> <math>= (0,07)(50,5) \checkmark</math><br/> <math>= 3,54 \text{ g} \checkmark</math></p> <p>Accept range/Aanvaar gebied:<br/> <math>3,54 - 4,0 \text{ g}</math></p> | <p><math>\Delta c(\text{HCl}) = 0,6 - 1,9 \checkmark</math><br/> <math>= -1,3</math><br/> <math>= 1,3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}</math></p> <p><math>\Delta n(\text{HCl}) = \Delta cV \checkmark</math><br/> <math>= (1,3)(60 \times 10^{-3}) \checkmark</math><br/> <math>= 0,08 \text{ mol } (0,078)</math></p> <p><math>n(\text{formed/gevorm}) = n(\text{reacted/reageer})</math><br/> <math>n(\text{CH}_3\text{Cl}) = n(\text{HCl}) \checkmark</math><br/> <math>= 0,08 \text{ mol}</math></p> <p><math>m(\text{CH}_3\text{Cl}) = nM \checkmark</math><br/> <math>= (0,08)(50,5) \checkmark</math><br/> <math>= 4 \text{ g} \checkmark</math></p> <p>Accept range/Aanvaar gebied:<br/> <math>3,54 - 4,0 \text{ g}</math></p> |

[19]

## VOORBEELD 2 (November 2016)

Waterstofperoksied,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ontbind om water en suurstof te produseer volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:  $2\text{H}_2\text{O}_2(\ell) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{O}_2(\text{g})$



2.1 Die aktiveringsenergie ( $E_A$ ) vir hierdie reaksie is  $75 \text{ kJ}$  en die reaksiewarmte ( $\Delta H$ ) is  $-196 \text{ kJ}$ .

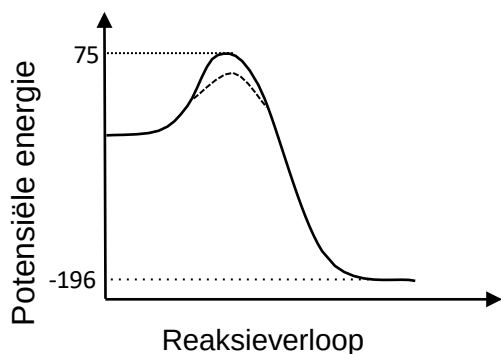
2.1.1 Definieer die term aktiveringsenergie. (2)

Antwoord: Die minimum energie wat nodig is vir 'n reaksie om plaas te vind.  $\checkmark\checkmark$

2.1.2 Herteken die assesteksel en voltooi die potensiële energiediagram. (3)



Antwoord:



| Nasienriglyn                                                                    |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Vorm van die kromme vir eksotermiese reaksie soos getoon.                       | ✓   |
| Energie van die geaktiveerde kompleks word getoon as 75 kJ in lyn met die piek. | ✓   |
| Energie van produkte getoon as -196 kJ onder die nul.                           | ✓   |
| <b>INDIEN:</b> Verkeerde vorm, bv. reguit lyn.                                  | 0/3 |

2.1.3 Wys die effek van mangaandioksied deur middel van gestippelde lyne. (2)

Antwoord: Gestippelde kromme wat laer aktiveringsenergie toon. ✓

Die kromme begin en eindig korrek relatief tot die oorspronklike. ✓

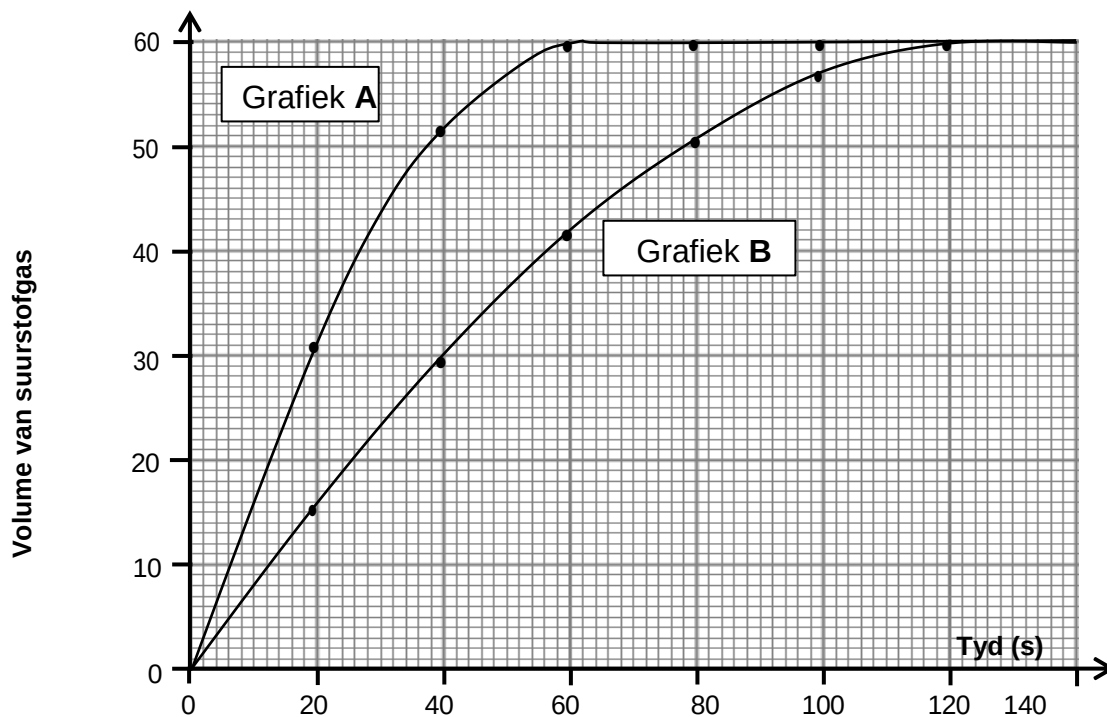
2.1.4 Gebruik botsingsteorie om katalisatoreffek te verduidelik. (3)

Antwoord: Alternatiewe roete van laer aktiveringsenergie. ✓

Meer molekules het genoeg energie. ✓

Meer effektiewe botsings per tydseenheid. ✓

2.2 Grafieke A en B wys volume suurstof teenoor tyd.



2.2.1 Bereken die gemiddelde tempo tussen  $t = 10$  s en  $t = 40$  s. (3)

Antwoord: Gemiddelde tempo =  $\Delta V / \Delta t$

$$= (52 - 16) \checkmark / (40 - 10) \checkmark$$

$$= 1,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \checkmark$$

2.2.2 Bereken die massa van waterstofperoksied wat gebruik is. (4)

Antwoord:  $n(\text{O}_2) = V / V_m = 60 / 24 \checkmark = 2,5 \text{ mol}$

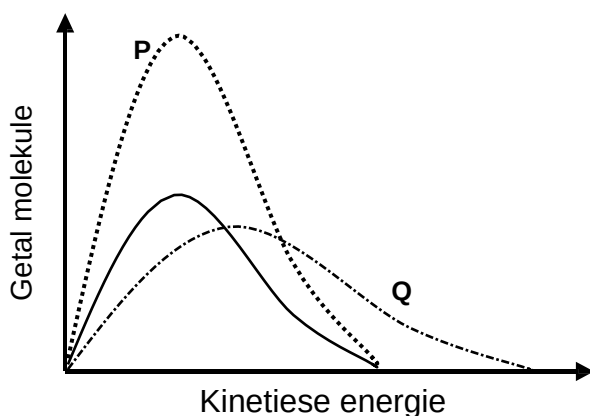
$n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2n(\text{O}_2) = 5 \text{ mol} \checkmark$

$m = nM = 5 \times 34 \checkmark = 170 \text{ g} \checkmark$

2.2.3 Vergelyk massa wat vir grafiek B gebruik is. (1)

Antwoord: gelyk aan  $\checkmark$

2.3 Energieverspreidingskurwes word voorgestel. Die kurwe met die soliede lyn verteenwoordig 1 mol suurstof by 90 °C:



Kies die kurwe wat:

2.3.1 1 mol suurstof by 120 °C voorstel (1)

Antwoord: Q  $\checkmark$

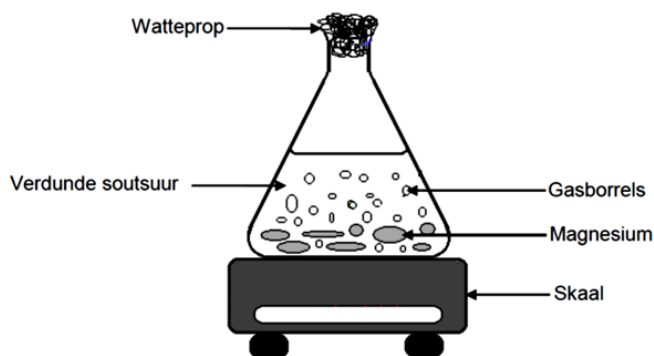
2.3.2 2 mol suurstof by 90 °C voorstel (1)

Antwoord: P  $\checkmark$

[20]

### VOORBEELD 3 (Junie 2018)

Reaksie:  $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$



In **eksperiment 1** reageer 'n sekere massa magnesiumlint met oortollige verdunde soutsuur.

In **eksperiment 2 reageer** magnesiumpoeier van dieselfde massa as die magnesiumlint met dieselfde volume van oortollige verdunde soutsuur. Die konsentrasie van die suur is dieselfde in albei eksperimente

3.1 Definieer die reaksietempo.

Antwoord: Verandering in konsentrasie van produkte/reaktante per tydseenheid. ✓✓

3.2 Veranderlikes:

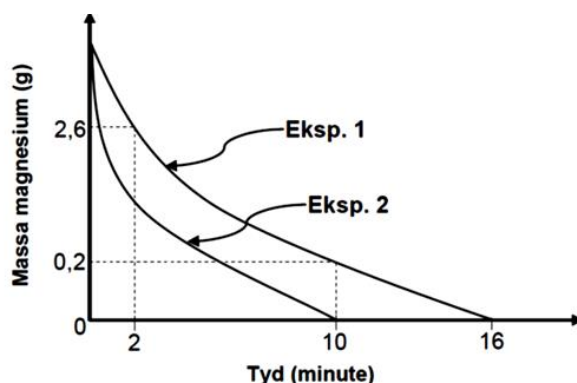
3.2.1 Onafhanklike veranderlike (1)

Antwoord: Reaksieoppervlakte/toestand van verdeling ✓

3.2.2 Gekontroleerde veranderlike (1)

Antwoord: Massa van magnesium ✓ OF konsentrasie van suur OF temperatuur

3.3 Die verandering in massa van magnesium word bereken en in 2-minuut intervalle vir albei eksperimente aangeteken. Die resultate wat verkry is, word in die grafiek langsaan getoon (NIE op skaal geteken nie).



Bereken:

3.3.1 Volume waterstofgas wat geproduseer word (5)

Antwoord:  $\Delta m(\text{Mg}) = 2.6 - 0.2 \checkmark = 2.4 \text{ g}$

$$n(\text{Mg}) = m/M = 2.4 / 24 \checkmark = 0.1 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ mol} \checkmark$$

$$V(\text{H}_2) = nV_m = (0,1)(25) \checkmark = 2,5 \text{ dm}^3 \checkmark$$

3.3.2 Aanvanklike massa van magnesium (5)

Antwoord: Gemiddelde tempo =  $\Delta n / \Delta t$

$$2,08 \times 10^{-4} \checkmark = \Delta n / (10 \times 60) \checkmark$$

$$\Delta n = 0,125 \text{ mol}$$

$$m = nM = 0,125 \times 24 \checkmark = 3 \text{ g} \checkmark$$

### 3.4 Botsingsteorie verduideliking

(3)

Antwoord: Groter reaksieoppervlakte. ✓

Meer deeltjies per volume blootgestel met korrekte oriëntasie. ✓

Meer effektiewe botsings per tydseenheid. ✓

[17]

## **AKTIWITEITE**

### **AKTIWITEIT 1**

Die reaksie van magnesiumkarbonaatablette met soutsuur is gebruik om die effek van verskillende faktore op die tempo van reaksies te ondersoek. In elke eksperiment was die massa van die tablette dieselfde en is gelyke volumes suur gebruik.

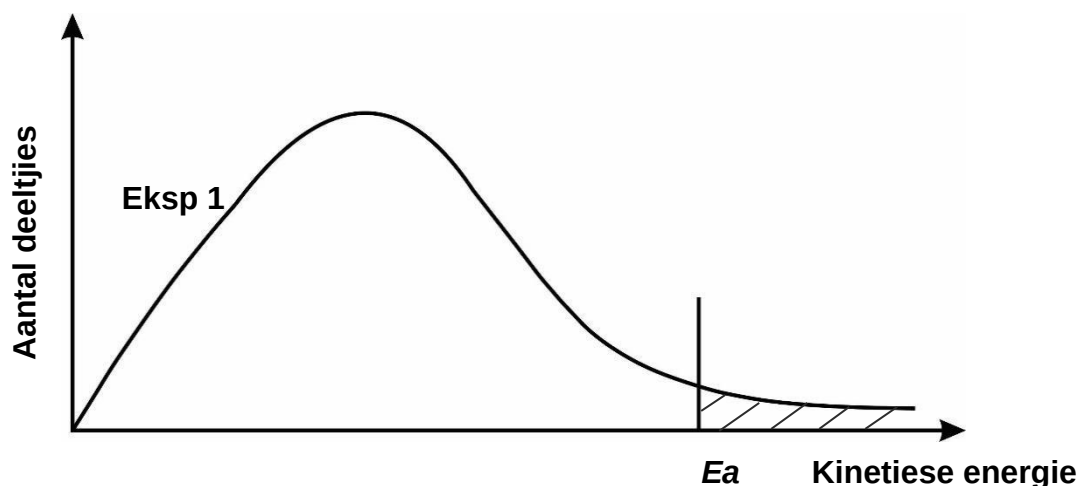
- 1.1. Skryf 'n gebalanseerde chemiese vergelyking vir die reaksie tussen magnesium-karbonaat en soutsuur. (3)
- 1.2. Beskryf 'n toepaslike eksperimentele metode om die tempo van hierdie reaksie te meet. Sluit die toepaslike meettoerusting en alle hoeveelhede in wat gemeet moet word om die tempo te bepaal. (3)

Die resultate van vyf eksperimente word hieronder getabelleer.

| Eksperiment | Konsentrasie van suur ( $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) | Aanvanklike temperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Tyd vir reaksie om te eindig (s) |                    |
|-------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
|             |                                                             |                                                | Heel tablet                      | Fyngedrukte tablet |
| <b>1</b>    | 1,0                                                         | 23                                             | 46                               |                    |
| <b>2</b>    | 1,0                                                         | 23                                             |                                  | 40                 |
| <b>3</b>    | 1,5                                                         | 23                                             | 39                               |                    |
| <b>4</b>    | 2,0                                                         | 30                                             | 31                               |                    |
| <b>5</b>    | 2,0                                                         | 26                                             | 35                               |                    |

- 1.3. Kan die resultate van Eksperimente **2** en **4** betekenisvol vergelyk word? Antwoord JA of NEE. Gee 'n rede. (2)
- 1.4. Watter gevolgtrekking kan gemaak word wanneer Eksperiment **4** vergelyk word om Eksperiment **5** te doen? (2)
- 1.5. Vergelyk Eksperiment **1** met Eksperiment **2**. Verduidelik die resultate met verwysing na die botsingsteorie. (4)

Die grafiek hieronder wys die Maxwell–Boltzmann-verspreidingskurwe vir die reaksiemengsel in Eksperiment 1. Die aktiveringsenergie vir die reaksie,  $E_a$ , is gemerk.



1.6 Definieer *aktiveringsenergie*. (2)

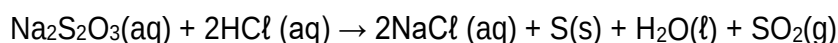
1.7 Wat dui die gearseerde area op die grafiek aan? (2)

1.8 **Teken op die grafiek hierbo 'n nuwe verspreidingskurwe vir die reaksiemengsel in Eksperiment 3.** Merk hierdie kromme as **Eksp 3** (2)

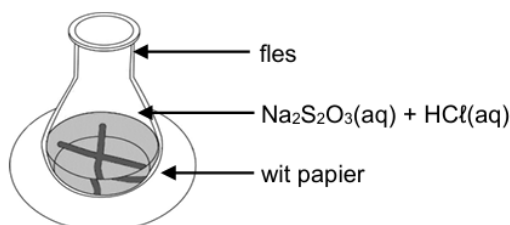
[20]

## AKTIWITEIT 2

Die reaksie tussen OORMAAT verdunde waterstofsuur en natriumtiosulfaat word gebruik om faktore te ondersoek wat die reaksietempo beïnvloed.



Die konsentrasie van  $\text{HCl}(\text{aq})$  wat gebruik word, is  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Dieselfde volume  $\text{HCl}(\text{aq})$  word in elke lopie gebruik. Die tyd wat dit neem vir die kruis op die papier onder die fles om onsigbaar te word, word gemeet.

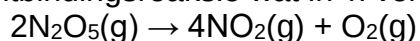


| LOPIE | VOLUME $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ( $\text{cm}^3$ ) | VOLUME $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ BYGEVOEG ( $\text{cm}^3$ ) | KONSENTRASIE $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ( $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) | TYD (s) |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1     | 50                                                                    | 0                                                                | 0,13                                                                                            | 20,4    |
| 2     | 40                                                                    | 10                                                               | 0,10                                                                                            | 26,7    |
| 3     | 30                                                                    | 20                                                               | P                                                                                               | 33,3    |

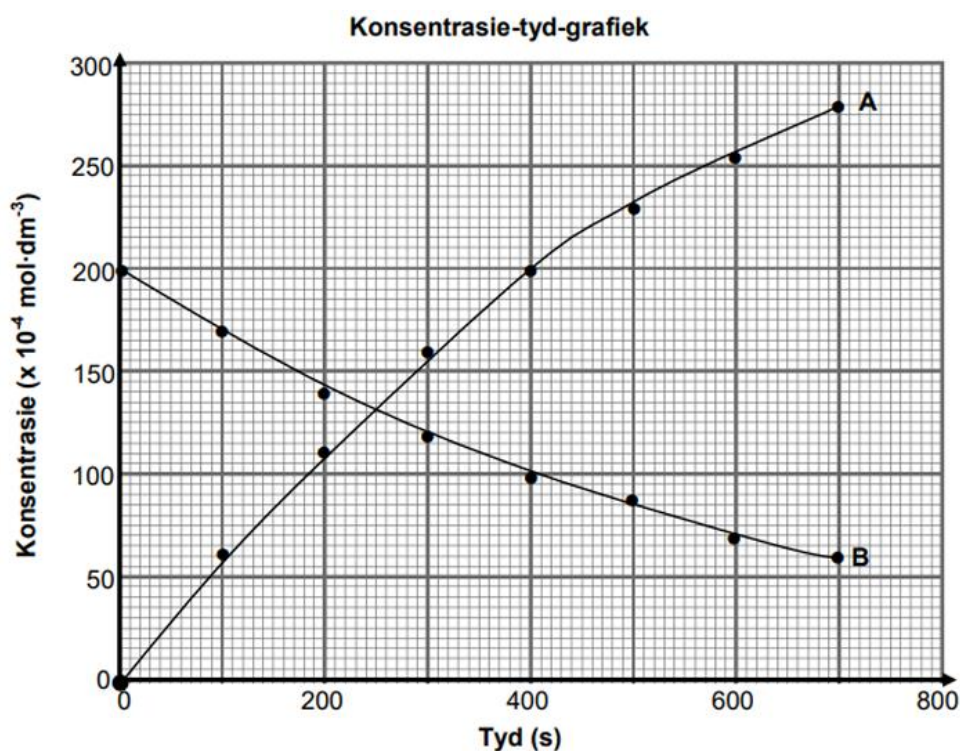
- 2.1 Definieer *die reaksietempo*. (2)
- 2.2 Skryf die onafhanklike veranderlike vir hierdie ondersoek neer. (1)
- 2.3 Bereken die waarde van **P** in die tabel. (3)
- 2.4 Wanneer 0,21 g swael in Lopie 1 gevorm het, word die kruis onsigbaar. Bereken die gemiddelde reaksietempo met betrekking tot natriumtiosulfaat,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ , in  $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$ . (5)
- Nog 'n ondersoek word by verskillende temperature uitgevoer.
- 2.5 Skets die Maxwell-Boltzmann-verspreidingskurwe vir die reaksie by 20 °C. Merk hierdie kromme as **A**. Op dieselfde assestelsel, teken die kromme wat by 35 °C verkry sal word en merk dit as **B**. (4)
- 2.6 Verduidelik die effek van temperatuur op die reaksietempo in terme van die botsingsteorie. (4)
- [19]**

### **AKTIWITEIT 3**

Oorweeg die volgende ontbindingsreaksie wat in 'n verseëld 2 dm<sup>3</sup>-houer plaasvind:

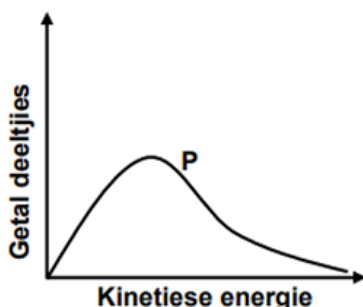


Die grafiek hieronder wys hoe die konsentrasies van  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  en  $\text{NO}_2(\text{g})$  met tyd verander.



- 3.1 Verwys na die grafiek hierbo en gee 'n rede waarom kurwe A die verandering in die konsentrasie van  $\text{NO}_2(\text{g})$  verteenwoordig. (1)

- 3.2 Oorweeg die onderstaande stelling:  
Die tempo van ontbinding van  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  is die helfte van die tempo van vorming van  $\text{NO}_2(\text{g})$ .  
Is hierdie stelling WAAR of VALS? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 3.3 Bereken die:
- 3.3.1 Massa van  $\text{NO}_2(\text{g})$  teenwoordig in die houer by 400 s (4)
- 3.3.2 Gemiddelde produksietempo van  $\text{O}_2(\text{g})$  in  $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$  in 700 s (4)
- 3.4 Die Maxwell-Boltzmann-verspreidingskurwe vir die  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  wat aanvanklik in die houer teenwoordig was, word hieronder getoon.



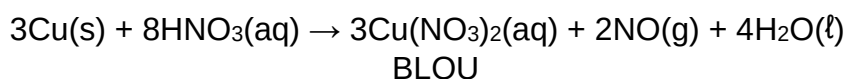
Die aanvanklike konsentrasie van die  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  is nou VERHOOG.

- 3.4.1 Teken die verspreidingskurwe hierbo in die ANTWOORDBOEK en merk hierdie kurwe as **P**.  
Op dieselfde assentstelsel, skets die kurwe wat vir die hoër konsentrasie  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  verkry sal word. Merk hierdie kromme as **Q**. (2)
- 3.4.2 Sal die tempo van ontbinding van  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  by die hoër konsentrasie HOËR AS, LAER AS of GELYK AAN die oorspronklike ontbindingstempo wees? Verduidelik die antwoord met behulp van die botsingsteorie. (3)

[16]

#### **AKTIWITEIT 4**

Stikstofmonoksiedgas kan voorberei word deur kopermetaal by verdunde salpetersuur te voeg. Die gebalanseerde vergelyking vir die redoksreaksie word hieronder gegee:



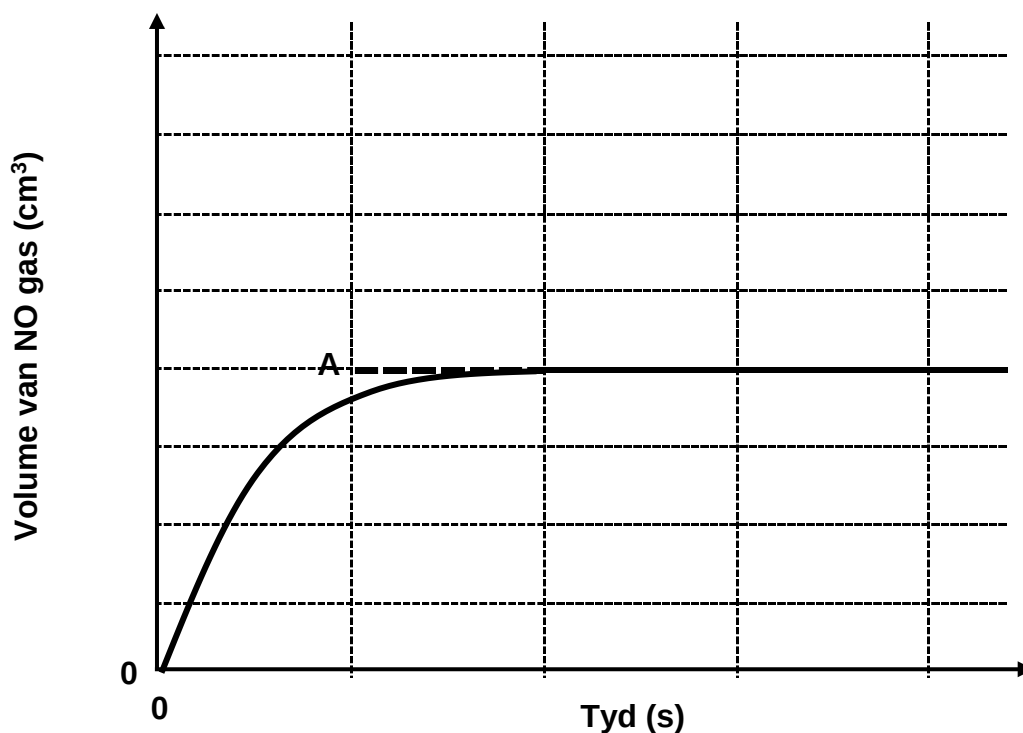
Drie verskillende eksperimente is uitgevoer waarin verskeie reaksietoestande verander is. Die data word hieronder getabelleer.

| Eksperiment | Massa van Cu (g) | Volume van $\text{HNO}_3$ ( $\text{dm}^3$ ) | $[\text{HNO}_3]$ ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) | Toestand van Cu(s) |
|-------------|------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|
| A           | 2,54             | 0,10                                        | 0,8                                                  | Klein korrels      |
| B           | 2,54             | 0,05                                        | 0,8                                                  | Groot stukke       |
| C           | 5,08             | 0,05                                        | 1,6                                                  | Klein korrels      |

4.1 Gebruik die data van EKSPERIMENT A:

- 4.1.1 Bereken die aantal mol Cu. (3)
- 4.1.2 Bereken die aantal mol van  $\text{HNO}_3$ . (3)
- 4.1.3 Gevolglik, wys dat koper in oormaat is. (1)
- 4.1.4 Gestel die reaksie gaan voort tot voltooiing, bereken die volume  $\text{NO(g)}$  wat by STP geproduseer sou word. (3)

Die NO-gas word in 'n gasspuit versamel. Die volume van NO gas wat in EKSPERIMENT A geproduseer word, word teen tyd geplot, soos in die grafiek hieronder getoon:



- 4.2 Teken die kurwes wat vir eksperimente B en C verkry sal word op bogenoemde asse. BENOEM die twee nuwe kurwes duidelik. (4)
- 4.3 Verduidelik, in terme van die Botsingsteorie, hoe 'n toename in konsentrasie die tempo van 'n reaksie beïnvloed. (4)

[18]





# JENN

**Training and Consultancy**  
The path to enlightened education

**VAK: FISIESE WETENSKAPPE**

**GRAAD 12**

**2025 WINTERKLASSE**

**ONDERWYSER- EN LEERDERINHOU DHANDLEIDING**

**Onderwerp**  
**CHEMIESE EWEWIG**

## Chemiese ewewig

(Hierdie afdeling moet saam met die KABV, bl. 139–140 gelees word.)

### Chemiese ewewig en faktore wat ewewig beïnvloed

- Verduidelik wat bedoel word met:
  - Oop en geslote stelsels: 'n Oop stelsel is voortdurend in wisselwerking met sy omgewing, terwyl 'n geslote stelsel van sy omgewing geïsoleer is.
  - 'n Omkeerbare reaksie: 'n Reaksie is omkeerbaar wanneer produkte teruggeskakel kan word na reaktante en omgekeerd.
  - Chemiese ewewig: Dit is 'n dinamiese ewewig wanneer die tempo van die voorwaartse reaksie gelyk is aan die tempo van die terugwaartse reaksie.
- Lys die faktore wat die posisie van 'n ewewig beïnvloed, dit wil sê druk (slegs gasse), konsentrasie en temperatuur.

### Ewewigskonstante

- Lys die faktore wat die waarde van die ewewigskonstante,  $K_c$ , beïnvloed.
- Skryf 'n uitdrukking vir die ewewigskonstante neer indien die vergelyking vir die reaksie gegee is.
- Voer berekeninge uit, gebaseer op  $K_c$ -waardes.
- Verduidelik die betekenis van hoë en lae ewewigskonstantewaardes.

### Toepassing van ewewigsbeginsels

- Stel Le Chatelier se beginsel: Wanneer die ewewig in 'n geslote sisteem versteur word, sal die sisteem 'n nuwe ewewig instel deur die reaksie wat die versteuring teenwerk, te bevoordeel.
- Gebruik Le Chatelier se beginsel om veranderinge in ewewigte kwalitatief te bespreek.
- Interpreteer grafieke van ewewig, bv. konsentrasie/tempo/aantal mol/massa/volume teenoor tyd.

## BELANGRIKE TERME EN DEFINISIES

| TERME EN DEFINISIES                      |                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oop stelsel                              | 'n Stelsel wat voortdurend interaksie met sy omgewing het – dit ruil materie en energie met sy omgewing uit.                                                |
| Geslote stelsel                          | 'n Stelsel wat net energie met sy omgewing uitruil, maar dit ruil nie materie met sy omgewing uit nie.                                                      |
| Omkeerbare reaksie                       | 'n Reaksie is omkeerbaar wanneer produkte weer na reaktante omgeskakel kan word.                                                                            |
| Chemiese ewewig                          | Dinamiese ewewig wanneer die tempo van die voorwaartse reaksie gelyk is aan die tempo van die terugwaartse reaksie.                                         |
| Faktore wat die ewewigsposisie beïnvloed | Druk (slegs gasse), konsentrasie en temperatuur.                                                                                                            |
| Le Chatelier se beginsel                 | Wanneer die ewewig in 'n geslote sisteem versteur word, sal die sisteem 'n nuwe ewewig instel deur die reaksie wat die versteuring teenwerk, te bevoordeel. |

## CHEMIESE EWEWIG

Lys die faktore wat die posisie van ewewig beïnvloed (dws **druk (slegs gasse), konsentrasie en temperatuur**).

**NB:** Die meeste industriële prosesse in die vervaardiging van kunsmis is ewewigsreaksies. Vra dus leerders om Kc-uitdrukking neer te skryf vir die verskillende stadiums van industriële prosesse wat bespreek word.

- Verduidelik die belangrikheid van hoë en lae waardes van die ewewigskonstante.
- Voer berekeninge uit gebaseer op Kc-waardes.
- Verduidelik die gebruik van tempo- en ewewigsbeginsels in die Haber-proses en die kontakproses.

**NB:** Verduidelik waarom 'n hoë opbrengs van  $\text{NH}_3$  in die Haber-proses by **hoër druk en laer temperatuur behaal sal word** in terme van Le Chatelaine se beginsel. **Toepassing van Le Chatelier se beginsel**

Wanneer Le Chatelier se beginsel gebruik word om die invloed van 'n versteuring op 'n bestaande ewewig te voorspel, moet die volgende stappe gevolg word:

- Identifiseer die versteuring
- Dui die werking van die stelsel op die versteuring aan.
- Dui aan hoe die stelsel die versteuring sal teenstaan.
- Dui aan wat die resultaat van die aksie op die stelsel sal wees.

## **NUTTIGE RIGLYNE BY DIE TOEPASSING VAN LE CHATELIER SE BEGINSEL**

**EQUILIBRIUM-STELSELS** is geneig om te kompenseer vir effekte van versteurende invloede.

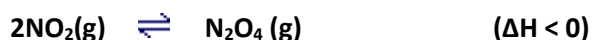
- As die ***konsentrasie van 'n opgeloste stofreaktant verhoog word***, verskuif die ewewigsposisie om die bygevoegde reaktante op te gebruik deur meer produk te produseer. Dit bevoordeel dus die voorwaartse reaksie in die rigting van produkte.
- As die ***konsentrasie van 'n opgeloste stofreaktant verminder word***, verskuif die ewewigsposisie om die verwyderde reaktante te vervang deur meer reaktante te produseer. Dit bevoordeel dus die terugwaartse reaksie in die rigting van reaktante.
- As die ***konsentrasie van 'n opgeloste stofproduk verhoog word***, verskuif die ewewigsposisie om die bygevoegde produkte op te gebruik deur meer reaktante te produseer. Dus die terugwaartse reaksie in die rigting van reaktante bevoordeel.
- As die ***konsentrasie van 'n opgeloste stofproduk verminder word***, verskuif die ewewigsposisie om die verwyderde produkte te vervang deur meer produkte te produseer. Bevoordeel dus die voorwaartse reaksie in die rigting van produkte.

- **As die druk op 'n ewewigstelsel verhoog word , verskuif die ewewigsposisie om die druk te verminder.** Dit kan gedoen word deur die reaksie te bevoordeel wat die **minste** aantal gasmolekules produseer.
- **As die druk op 'n ewewigstelsel verminder word,** verskuif die ewewigsposisie om die druk te verhoog. Dit kan gedoen word deur die reaksie te bevoordeel wat die **grootste** aantal gasmolekules produseer.
- **As die volume van 'n gasvormige ewewigstelsel verminder word (gelykstaande aan 'n toename in druk),** verskuif die ewewigsposisie om die volume te verhoog (gelykstaande aan 'n afname in druk).
- **As die volume van 'n gasvormige ewewigstelsel verhoog word (gelykstaande aan 'n afname in druk),** verskuif die ewewigsposisie om die volume te verminder (gelykstaande aan 'n toename in druk).
- As die **temperatuur** van 'n voorwaartse **ENDOTERMIESE** ewewigstelsel **verhoog word,** verskuif die ewewigsposisie om die hitte op te gebruik deur meer produkte te produseer. 'n **Afname in temperatuur** bevoordeel die eksotermiese reaksie in die rigting van reaktante.
- As die **temperatuur** van 'n voorwaartse **EKSOTERMIESE** ewewigstelsel **verhoog word,** verskuif die ewewigsposisie om die hitte op te gebruik deur meer reaktante te produseer. 'n **Afname in temperatuur** bevoordeel die eksotermiese reaksie in die rigting van produkte.
- **Katalisator bygevoeg:** Geen verandering in ewewig nie. Ewewig word net baie gouer/vinniger bereik.

**Let wel: In 'n ewewig wat gasse behels, versteur die byvoeging van 'n ander gas wat nie deel uitmaak van die reaksie wat plaasvind nie, nie die reaksie nie.**

## VERANDER DIE FAKTORE WAT DIE TOESTAND VAN DINAMIESE CHEMIESE EWEWIG BEÏNVLOED EN VOORSPEL DIE EFFEKTE:

Oorweeg die volgende reaksie wat in ewewig in 'n geslote houer is:



| Faktor       | Verandering van faktor                                           | Effek op reaksietempo                                                                                                 | Reaksie bevoordeel               | Verandering in die hoeveelheid produkte                                                       | Verandering in die hoeveelheid reaktante                  | Verandering in $K_c$ |
|--------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|
| Temperatuur  | Toename in temperatuur                                           | Beide voorwaartse en terugwaartse reaksietempo's neem toe, MAAR <b>die tempo van terugwaartse reaksie is vinniger</b> | Terugwaartse reaksie             | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>verminder</b>                                | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>Verhoog</b>    | Afname               |
|              | Afname in temperatuur                                            | Beide voorwaartse en terugwaartse reaksietempo's neem af, MAAR <b>die tempo van voorwaartse reaksie is vinniger</b>   | Voorwaartse reaksie              | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>neem toe</b> , maar neem lank om dit te doen | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem af</b>    | Verhoog              |
| Konsentrasie | Toename in konsentrasie van 'n reaktant [ $\text{NO}_2$ ]        | Algehele reaksietempo neem toe MAAR <b>tempo van voorwaartse reaksie is vinniger</b>                                  | Voorwaartse reaksie              | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>neem toe</b>                                 | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem af</b>    | Bly dieselfde        |
|              | Toename in konsentrasie van 'n produk [ $\text{N}_2\text{O}_4$ ] | Algehele reaksietempo neem toe MAAR <b>tempo van terugwaartse reaksie is vinniger</b>                                 | Terugwaartse reaksie             | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>neem af</b>                                  | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem toe</b>   | Bly dieselfde        |
|              | Afname in konsentrasie van 'n reaktant [ $\text{NO}_2$ ]         | Algehele reaksietempo neem af MAAR <b>tempo van terugwaartse reaksie is vinniger</b>                                  | Terugwaartse reaksie             | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>verminder</b>                                | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem toe</b>   | Bly dieselfde        |
|              | Afname in konsentrasie van 'n produk [ $\text{N}_2\text{O}_4$ ]  | Algehele reaksietempo neem af MAAR <b>tempo van voorwaartse reaksie is vinniger</b>                                   | Voorwaartse reaksie              | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>neem toe</b>                                 | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem af</b>    | Bly dieselfde        |
| Druk         | Toename in druk deur die volume gas in die houer te verminder    | Beide voorwaartse en agterwaartse reaksietempo's neem toe, MAAR <b>die tempo van voorwaartse reaksie is vinniger</b>  | Voorwaartse reaksie              | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>neem toe</b>                                 | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>neem af</b>    | Bly dieselfde        |
|              | Afname in druk deur die volume gas in die houer te verhoog       | Beide voorwaartse en omgekeerde reaksietempo's neem af MAAR <b>die tempo van terugwaartse reaksie is vinniger</b>     | Terugwaartse reaksie             | Hoeveelheid produk ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) <b>verminder</b>                                | Hoeveelheid reaktante ( $\text{NO}_2$ ) <b>vermeerder</b> | Bly dieselfde        |
| Katalisator  | Voeg 'n katalisator by                                           | Beide voorwaartse en agterwaartse reaksietempo's neem <b>ewe veel toe</b>                                             | Nie een word meer bevoordeel nie | Bly dieselfde                                                                                 | Bly dieselfde                                             | Bly dieselfde        |

**AKTIWITEIT 1****10 PUNTE 10 MINUTE****MEERKEUSEVRAE**

Verskeie opsies word verskaf as moontlike antwoorde op die volgende vrae. Elke vraag het net EEN korrekte antwoord. Skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommer (1.1–1.5) in die ANTWOORDBOEK neer.

- 1.1 Wat is die effek van 'n toename in temperatuur op die opbrengs en die ewewigskonstante vir die volgende reaksie?



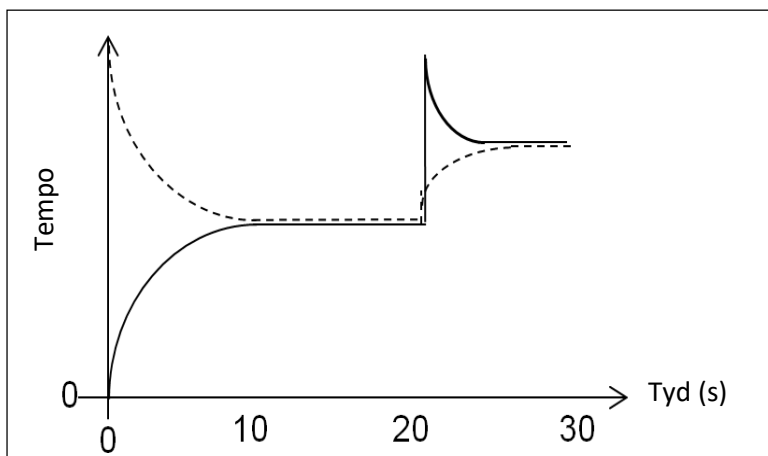
|   | Opbrengs  | Ewewigskonstant |
|---|-----------|-----------------|
| A | Verhoog   | Verhoog         |
| B | Verhoog   | Verminder       |
| C | Verminder | Verhoog         |
| D | Verminder | Verminder       |

(2)

- 1.2 Gas  $\text{X}_2\text{Y}$  word in 'n houer ingebring wat dan verseël word. Die gas ontbind en die reaksie bereik ewewig. Die gebalanseerde chemiese vergelyking vir die reaksie is:



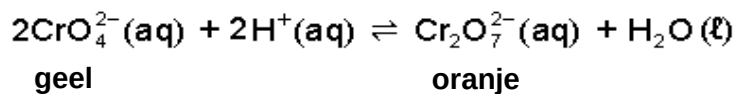
By  $t = 20 \text{ s}$  word 'n verandering aan die reaksie in ewewig aangebring. Die grafiek hieronder toon die veranderinge in die **tempo** van die voorwaartse en terugwaartse reaksies met tyd.



Watter een van die volgende gee die verandering wat by  $t = 20 \text{ s}$  gemaak is?

- |   |                        |   |                 |
|---|------------------------|---|-----------------|
| A | Toename in temperatuur | B | Toename in druk |
| C | Afname in temperatuur  | D | Afname in druk  |
- (2)

- 1.3 Chromaatione en dichromaatione is in ewewig met mekaar in 'n waterige oplossing volgens die volgende gebalanseerde vergelyking:



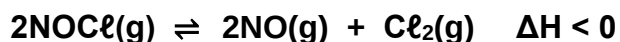
Watter EEN van die volgende reagentse moet bygevoeg word om die kleur van die oplossing na geel te verander?

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

- 1.4 Watter een van die volgende is ONWAAR met betrekking tot 'n reaksie wat in chemiese ewewig is?

- A Die konsentrasie van reaktante is altyd gelyk aan die konsentrasie van produkte.
- B Die hoeveelheid reaktante en produkte bly altyd konstant.
- C Die tempo van die voorwaartse reaksie is altyd gelyk aan die tempo van die omgekeerde reaksie.
- D Dit kan slegs in 'n geslote stelsel voorkom. (2)

- 1.5 Die volgende reaksie bereik ewewig in 'n verseëelde houer:



Watter een van die volgende veranderinge sal die ewewigshoeveelheid van stikstofmonoksied (NO) vermeerder?

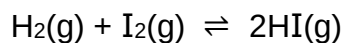
- A 'n Toename in temperatuur.
- B Die byvoeging van onreaktiewe argongas.
- C Die verwydering van  $\text{Cl}_2$ .
- D 'n Afname in die volume van die houer. (2)

[10]

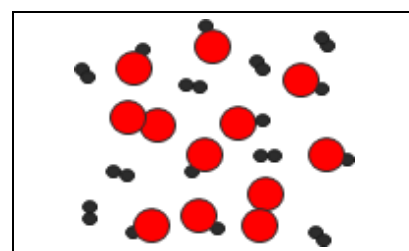
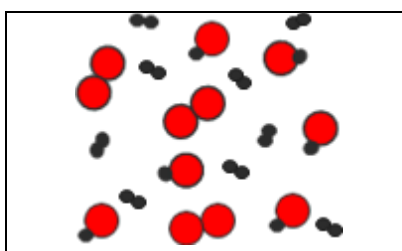
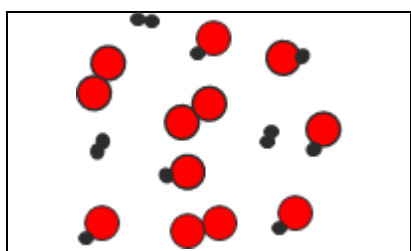
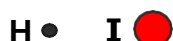
## AKTIWITEITE

### VRAAG 1

Die ewewigsreaksie tussen waterstofgas en jodiumgas word by 200 °C ondersoek. Die vergelyking vir die reaksie is soos volg:



Die aantal mol van elke stof wat op verskillende tye in 'n verseëlde 2 dm<sup>3</sup>-houer teenwoordig is, word hieronder aangedui. Elke molekule verteenwoordig 'n mol van daardie stof.



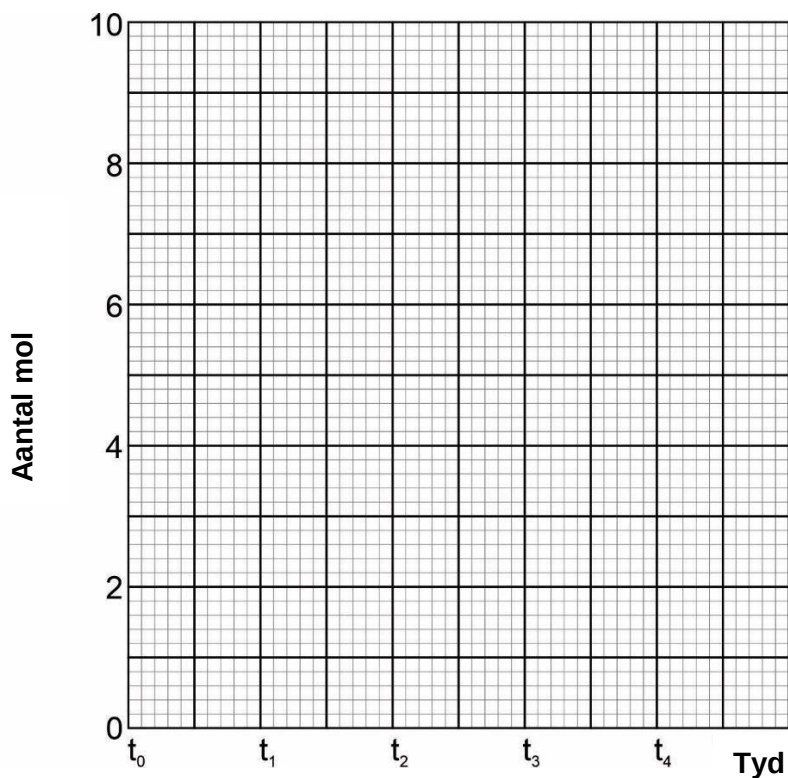
Van tyd **t<sub>0</sub>** tot **t<sub>1</sub>**  
By ewewig:  
3 mol H<sub>2</sub>  
3 mol I<sub>2</sub>  
6 mol HI

Op tyd **t<sub>1</sub>**  
Ewewig word versteur.

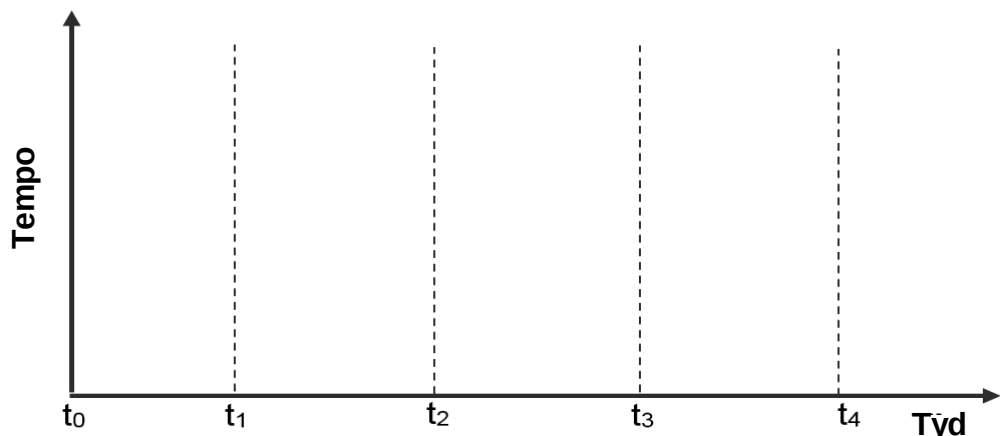
Van tyd **t<sub>2</sub>** tot **t<sub>3</sub>**  
Nuwe ewewig:  
8 mol H<sub>2</sub>  
2 mol I<sub>2</sub>  
8 mol HI

- 1.1 Identifiseer die versteuring wat op tyd **t<sub>1</sub>** plaasgevind het. (2)
- 1.2 Plot die aantal mol H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> en HI slegs **van t<sub>0</sub> tot t<sub>3</sub>** op die asse hieronder, Benoem elkeen van die drie lyne duidelik. 'n Opskrif is nie nodig nie. (6)





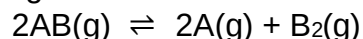
- 1.3 Verduidelik die verandering in die aantal mol van elke stof oor tyd  $t_1$  tot tyd  $t_2$  deur Le Châtelier se beginsel toe te pas. (4)
- 1.4 Bereken  $K_C$  voor en na die versteuring by  $t_1$  en verduidelik gevolglik waarom die versteuring nie 'n temperatuurverandering kon wees nie. (6)
- 1.5 Op tydstip  $t_3$ , word die volume van die houer verdubbel. Voltooi die grafiek **hierbo** (aantal mol vs tyd) van  $t_3$  om  $t_4$  om enige veranderinge te toon wat as gevolg van die versteuring by  $t_3$  plaasvind. (2)
- 1.6 Op die asse hieronder, skets die grafieke van tempo teenoor tyd vir die voorwaartse en terugwaartse reaksies, van  $t_0$  tot  $t_4$ . (5)
- Gebruik die soliede lyn \_\_\_\_\_ om die voorwaartse reaksie voor te stel.
  - Gebruik 'n gestippelde lyn - - - - om die terugwaartse reaksie voor te stel.



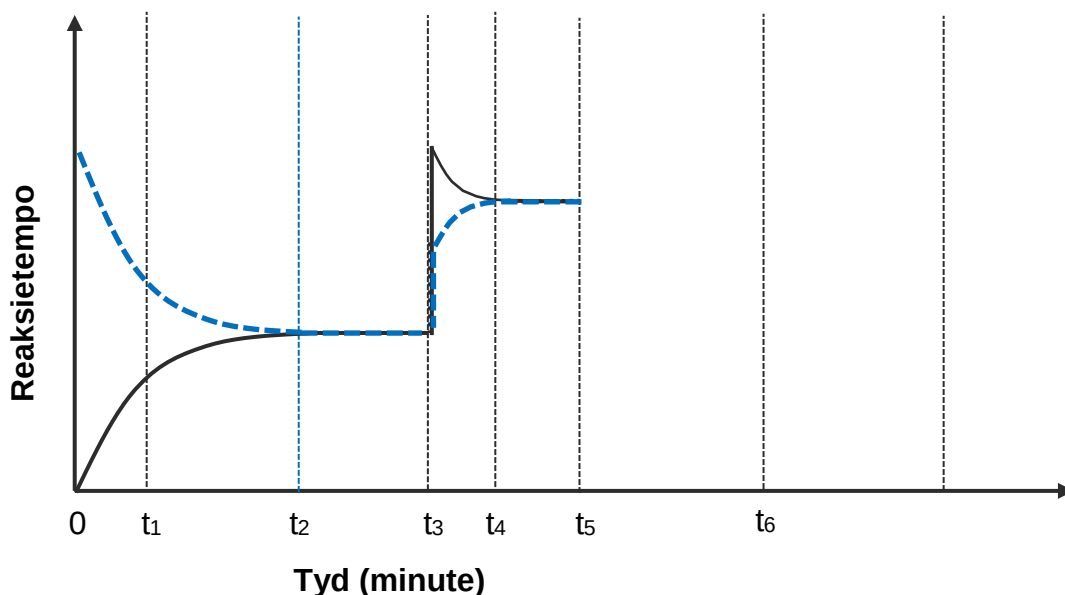
[25]

## AKTIWITEIT 2

Gas AB ontbind volgens die volgende vergelyking:



'n Sekere hoeveelheid AB word in 'n houer verseël en toegelaat om te ontbind. Die grafiek van die reaksietempo teenoor tyd word hieronder getoon.



- 2.1 Is die stelling hieronder WAAR of ONWAAR? (2)

'By  $t_1$  dui die grafiek aan dat die konsentrasie van AB groter is as die konsentrasies van A en  $\text{B}_2$ .'

- 2.2 Wat word deur die stippellyn (- - - - -) op die grafiek voorgestel? (2)

- 2.3 Sirkel die korrekte woord(e) tussen hakies in die onderstaande stelling. Tussen  $t_2$  en  $t_3$ , is die konsentrasies van AB, A en  $\text{B}_2$  : (GELYK AAN MEKAAR / KONSTANT / VERANDEREND). (1)

- 2.4 Die **temperatuur** van die stelsel is verhoog op tyd  $t_3$ .

Is die voorwaartse reaksie EKSOTERMIES of ENDOTERMIES? Verduidelik deur Le Châtelier se beginsel toe te pas. (3)

- 2.5 By  $t_5$  is die volume van die houer by konstante temperatuur verhoog, wat tot 'n **afname** in die **druk** gelei het.

2.5.1 Verduidelik die effek van hierdie verandering deur Le Châtelier se beginsel toe te pas. (3)

2.5.2 Voltooi die tempo teen tyd-grafiek hierbo van  $t_5$  tot nadat ewewig by  $t_6$  herstel is. (3)

- 2.6 Gas AB is in 'n leë houer gepomp totdat die konsentrasie  $X \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  was. Die houer word verseël. Sodra ewewig by  $25^\circ\text{C}$  bereik is, was die konsentrasie van gas  $\text{B}_2$   $0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Die reaksievergelyking word hieronder herskryf:



- 2.6.1 Skryf die ewewigkonstante-uitdrukking,  $K_c$ , vir die reaksie. (2)

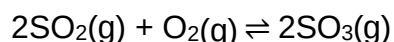
Die waarde van  $K_c$  vir die reaksie by  $25^\circ\text{C}$  is  $1,56 \times 10^{-3}$ .

- 2.6.2 Wys dat die ewewigkonsentrasie van gas AB  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  is. (2)

- 2.6.3 Bereken gevolglik  $X$ , die aanvanklike konsentrasie van gas AB in die houer. (3)  
[21]

### AKTIWITEIT 3

In 'n  $10 \text{ dm}^3$  verseëld houer word  $5 \text{ mol SO}_2(\text{g})$  en  $2,5 \text{ mol O}_2(\text{g})$  ingebring en verhit totdat ewewig vir die reaksie bereik is:



By ewewig bly  $3 \text{ mol SO}_2$  oor. Die voorwaartse reaksie is eksotermies.

- 3.1 Bereken die ewewigkonstante  $K_c$  vir hierdie reaksie. (7)

- 3.2 Die stelsel is in ewewig wanneer:
- Die volume gehalveer word, en
  - Die temperatuur verhoog word.

DEUR LE CHÂTELIER SE BEGINSEL en reaksie-entalpie te gebruik, voorspel en verduidelik:

- 3.2.1 Die algehele rigting van die ewewigsverskuiwing REGS OF LINKS (2)
- 3.2.2 Of die finale hoeveelheid  $\text{SO}_3$  sal toeneem of afneem in vergelyking met die oorspronklike ewewig. (2)
- 3.2.3 Of die waarde van  $K_c$  SAL TOENEEM, AFNEEM OF DIESELFDE BLY (1)
- 3.3 Indien 'n katalisator bygevoeg word nadat ewewig bereik is, verduidelik sy effek op:
- Die posisie van ewewig
  - Die tyd wat neem om ewewig te bereik (3)

[15]



# JENN

**Training and Consultancy**

**The path to enlightened education**

**VAK: FISIESE WETENSKAPPE**

**GRAAD 12**

**2026 WINTERKLASSE**

**ONDERWYSER- EN LEERDERINHOU DHANDLEIDING**

**Onderwerp  
ELEKTROCHEMIE**

## Eksamenriglyne

### **Elektrochemiese reaksies**

(Hierdie afdeling moet saam met die KABV, bl. 148–151 gelees word.)

#### **Galvaniese selle**

- Definieer die *galvaniese sel* as 'n sel waarin chemiese energie na elektriese energie omgeskakel word.
- Definieer *oksidasie* en *reduksie* in terme van elektron ( $e^-$ ) oordrag: Oksidasie is 'n verlies aan elektrone. Reduksie is 'n wins van elektrone.
- Definieer *oksidasie* en *reduksie* in terme van oksidasiegetalle:
  - Oksidasie: 'n toename in oksidasiegetal
  - Reduksie: 'n afname in oksidasiegetal
- Definieer 'n *oksideermiddel* en 'n *reduseermiddel* in terme van oksidasie en reduksie: Oksideermiddel: 'n stof wat gereduseer word / elektrone opneem. Reduseermiddel: 'n stof wat geoksideer word/elektrone verloor.
- Definieer 'n *anode* en 'n *katode* in terme van oksidasie en reduksie: Anode: die elektrode waar oksidasie plaasvind Katode: die elektrode waar reduksie plaasvind
- Definieer 'n *elektroliet* as 'n stof waarvan die waterige oplossing ione bevat OF 'n stof wat in water oplos om 'n oplossing te gee wat elektrisiteit gelei.

#### **Verwantskap van stroom- en potensiaalverskil met tempo en ewewig**

- Noem dat die potensiaalverskil van 'n galvaniese sel ( $V_{\text{sel}}$ ) verwant is aan die mate waartoe die spontane selreaksie ewewig bereik het.
- Noem en gebruik die kwalitatiewe verband tussen  $V_{\text{sel}}$  en die konsentrasie van produksione en reaktansione vir die spontane reaksie, naamlik  $V_{\text{sel}}$  verminder soos wat die konsentrasie van produksione toeneem en die konsentrasie van reaktansione afneem totdat ewewig bereik word waar die  $V_{\text{sel}} = 0$  (die sel is 'pap'). (Slegs kwalitatief. Nernst-vergelyking is NIE nodig nie.)

#### **Begrip van die prosesse en redoksreaksies wat in galvaniese selle plaasvind**

- Beskryf die beweging van ione in die oplossings.
- Noem die rigting van elektronvloei in die eksterne stroombaan.
- Skryf die halfreaksies wat by die elektrodes plaasvind, neer.
- Noem die funksie van die soutbrug.
- Gebruik selnotasie of diagramme om 'n galvaniese sel voor te stel. Wanneer selnotasie geskryf word, moet die volgende konvensie gebruik word:
  - Die  $\text{H}_2|\text{H}^+$  halfsel word net soos enige ander halfsel hanteer.
  - Selterminale (elektrodes) word aan die buitekant van die selnotasie geskryf.
  - Aktiewe elektrodes:  
Reduseermiddel | geoksideerde spesies || oksideermiddel | gereduseerde spesies
  - Onaktiewe elektrodes (gewoonlik Pt of C):  
Pt | Reduseermiddel | geoksideerde spesies || oksideermiddel | gereduseerde spesies | Pt  
Voorbeeld:  $\text{Pt} | \text{Cl}^-(\text{aq}) | \text{Cl}_2(\text{g}) || \text{F}_2(\text{g}) | \text{F}^-(\text{aq}) | \text{Pt}$
- Voorspel die halfsel waarin oksidasie sal plaasvind wanneer twee halfselle verbind word.

- Voorspel die halfsel waarin reduksie sal plaasvind wanneer twee halfselle verbind word.
- Skryf die algehele selreaksie neer deur twee halfreaksies te kombineer.
- Gebruik die Tabel van Standaard- Reduksiepotensiaal om die emk van 'n standaard galvaniese sel te bereken.
- Gebruik 'n positiewe waarde van die standard-emk as 'n aanduiding dat die reaksie spontaan is onder standaardtoestande.

### **Standaard- elektrodepotensiale**

- Skryf die standaardtoestande neer waaronder standaard- elektrodepotensiale bepaal word.
- Beskryf die standaard waterstofelektrode en verduidelik sy rol as die verwysingselektrode.
- Verduidelik hoe standaard elektrodepotensiale bepaal kan word deur gebruik te maak van die verwysingselektrode en noem die konvensie rakende positiewe en negatiewe waardes.

### **Elektrolitiese selle**

- Definieer die *elektrolitiese sel* as 'n sel waarin elektriese energie in chemiese energie omgeskakel word
- Elektrolise: Die chemiese proses waarin elektriese energie omgeskakel word na chemiese energie OF die gebruik van elektriese energie om 'n chemiese verandering te bewerkstellig

### **Begrip van die prosesse en redoksreaksies wat in elektrolitiese selle plaasvind**

Beskryf die beweging van ione in die oplossing.

- Noem die rigting van elektronvloei in die eksterne stroombaan.
- Skryf vergelykings vir die halfreaksies wat by die anode en katode plaasvind.
- Skryf die algehele selreaksie neer deur twee halfreaksies te kombineer.
- Beskryf, met behulp van halfreaksies en die vergelyking vir die algehele selreaksie, asook die uitleg van die spesifieke sel met behulp van 'n diagram, die volgende elektrolitiese prosesse:
  - Die ontbinding van koper(II)chloried
  - Elektroplatering bv. die elektroplatering van 'n ysterlepel met silwer/nikkel
  - Raffinering/suiwering van metale, bv. koper
  - Die elektrolise van 'n gekonsentreerde oplossing van natriumchloried

## GALVANIESE SELLE

| TERME EN DEFINISIES                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Galvaniese sel                                      | 'n Sel waarin chemiese energie in elektriese energie omgeskakel word. 'n Galvaniese (voltaïese) sel het selfonderhoudende elektrodereaksies.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Anode                                               | Die elektrode waar oksidasie plaasvind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Katode                                              | Die elektrode waar reduksie plaasvind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Elektroliet                                         | 'n Oplossing wat elektrisiteit gelei deur die beweging van ione.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Soutbrug                                            | Die verbinding tussen twee halfselle is nodig om elektriese neutraliteit in die sel te verseker.<br>OF: 'n Komponent wat in 'n galvaniese sel gebruik word om die stroombaan te voltooi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Elektrodes                                          | 'n Elektriese geleier wat in 'n galvaniese sel gebruik word om kontak te maak met 'n nie-metaaldeel van die stroombaan, d.i. die elektroliet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sel notasie                                         | 'n Kort manier om 'n galvaniese sel voor te stel.<br>By die skryf van selnotasie moet die volgende konvensie gebruik word:<br>o Die $H_2 H^+$ halfsel word net soos enige ander halfsel behandel.<br>o Selterminale (elektrodes) word aan die buitekant van die selnotasie geskryf.<br>o Aktiewe elektrodes:<br>reduseermiddel   geoksideerde spesies    oksideermiddel   gereduseerde spesies<br>o Onaktiewe elektrodes (gewoonlik Pt of C):<br>Pt   reduseermiddel   geoksideerde spesies    oksideermiddel   gereduseerde spesies   Pt<br>Voorbeeld: $Pt   Cl^-(aq)   Cl_2(g)    F_2(g)   F^-(aq)   Pt$ |
| Algehele selreaksie                                 | Die reaksie verkry deur twee halfreaksies te kombineer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Positiewe waarde van die standaard emk              | Die reaksie is spontaan onder standaardtoestande.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Standaardtoestande vir 'n galvaniese sel            | Temperatuur: $25\text{ }^\circ\text{C}$ / $298\text{ K}$<br>Konsentrasie: $1\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$<br>Druk (slegs gasse): $101,3\text{ kPa}$ / $1\text{ atmosfeer}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Standaard waterstofelektrode                        | Die verwysingselektrode wat gebruik word om die Tabel van Standaardreduksie-potensiale saam te stel.<br>Die waterstofhalfsel het 'n toegekende standaard-reduksiepotensiaal van $0\text{ V}$ gekry.<br>Halfselnotasie: $Pt   H_2(g)   H^+(aq)$<br>Halfreaksie: $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Oksidasie en reduksie                               | Oksidasie is 'n verlies aan elektrone.<br>Reduksie is 'n wins van elektrone.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Oksidasie en reduksie in terme van oksidasiegetalle | Oksidasie: 'n toename in oksidasiegetal<br>Reduksie: 'n afname in oksidasiegetal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Oksideermiddel en reduseermiddel                    | Oksideermiddel: 'n stof wat gereduseer word/ elektrone opneem.<br>Reduseermiddel: 'n stof wat geoksideer word/elektrone verloor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## INHOUD

### Elektrochemiese selle kan in twee basiese groepe verdeel word:

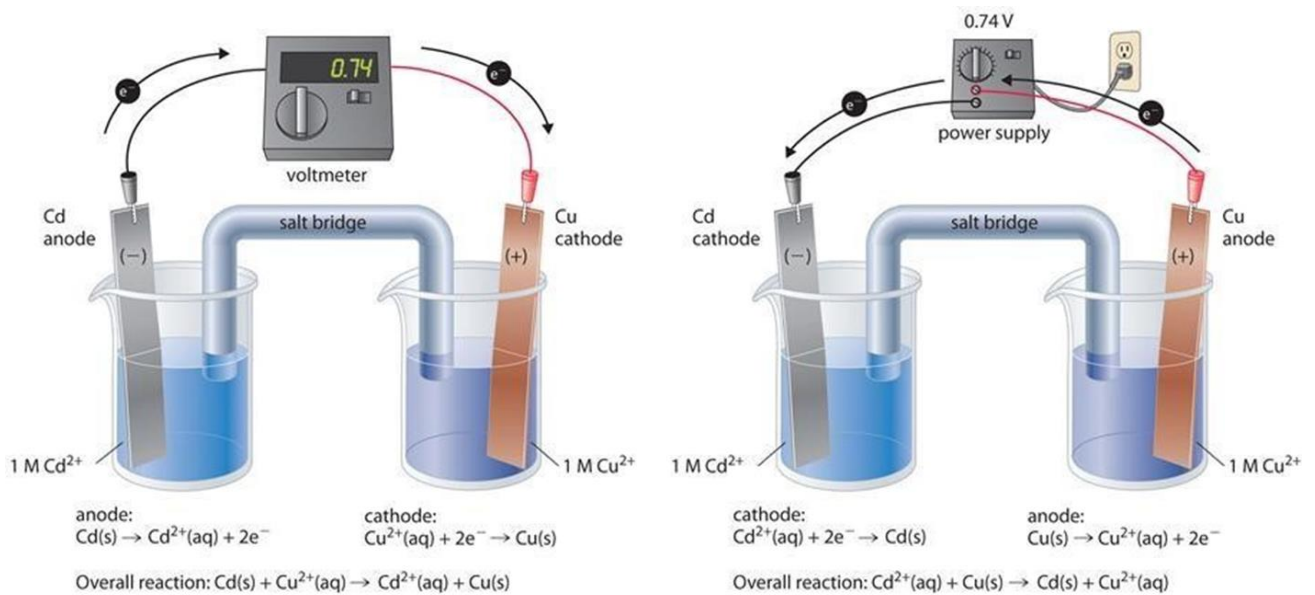
- Elektrolitiese selle, waarin elektriese energie in chemiese energie omskep word; 'n konstante toevoer van elektriese energie is nodig.
- Galvaniese selle, waarin chemiese energie in elektriese energie omskep word; spontane chemiese reaksies dryf die sel aan.

### VERGELYKING VAN GALVANIESE EN ELEKTROLITIESE SELLE

|                                      | <b>Galvaniese sel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Elektrolitiese sel</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Basiese Beginsels</b>             | 'n Chemiese reaksie veroorsaak die vloeï van lading/elektrone                                                                                                                                                                                                                                                                   | Die vloeï van lading/elektrone veroorsaak 'n chemiese reaksie                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Energie Omskakeling</b>           | Chemiese energie na elektriese energie                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Elektriese energie na chemiese energie                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Polariteit van elektrodes</b>     | Katode is positief (+)<br>Anode is negatief (-)<br><br>K n a p    soutbrug                                                                                                                                                                   | <b>K</b> atode is <b>negatief</b> (-)<br><b>A</b> node is <b>positief</b> (+)<br>K n a p                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Voorkoms</b>                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Geen eksterne energiebron nie dus geen battery</li><li>• Bevat twee halfselle met verskillende elektrodes, elk is in oplossing van sy sout</li><li>• Daar moet 'n soutbrug of poreuse membraan wees wat die twee halfselle skei en ione toelaat om tussen halfselle te beweeg</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Moet 'n sel/battery in die eksterne stroombaan hê om elektriese energie te verskaf</li><li>• Bestaan uit twee elektrodes, onreaktief (neem nie deel aan die reaksie nie) of reaktief (neem deel aan die reaksie) in DIESELFDE oplossing (d.i. elektroliet)</li></ul> |
| <b>Spontaan/ nie-spontaan</b>        | 'n <b>spontane</b> reaksie verskaf elektriese energie                                                                                                                                                                                                                                                                           | 'n <b>nie-spontane</b> reaksie wat elektriese enegie benodig                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b><math>E^{\theta}_{sel}</math></b> | $E^{\theta}_{sel}$ = positief (+)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $E^{\theta}_{sel}$ = negatief (-)                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Gebruike</b>                      | batterye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Elektroplatering</li><li>• Suiwering van metale</li><li>• Chloor-alkalie bedryf</li></ul>                                                                                                                                                                            |



Watter **VERSKILLE** kan jy tussen die twee tipes selle sien?



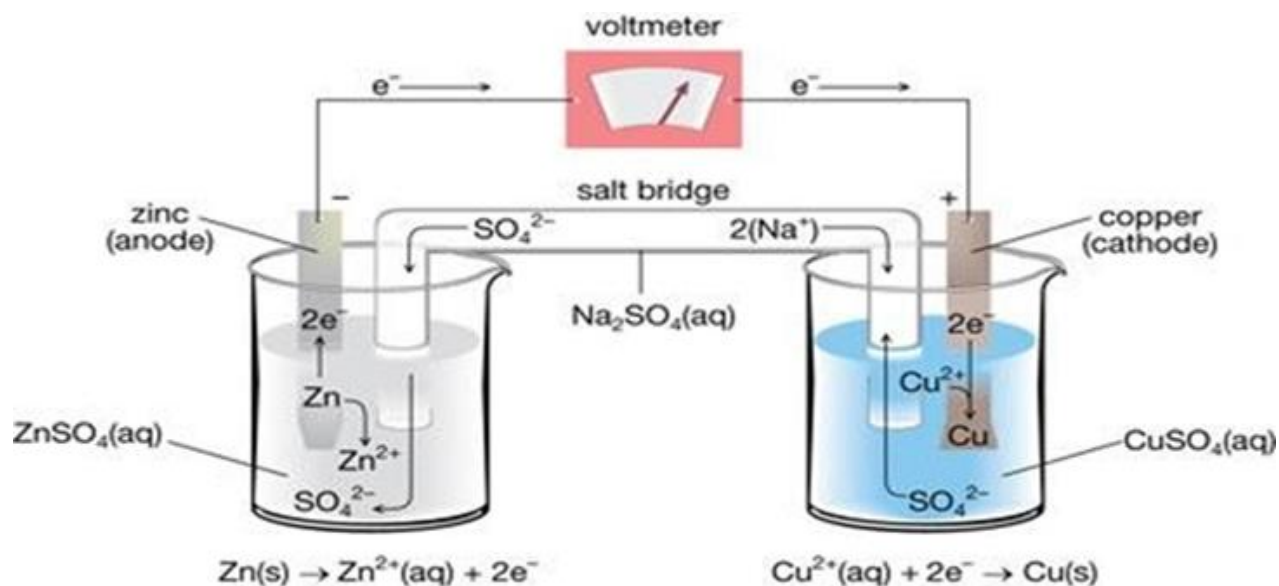
## GALVANIESE/VOLTAÏESE SEL

- Dit is 'n elektrochemiese sel wat ELEKTRIESE energie in CHEMIESE Energie omskakel.
- Die reaksies in hierdie sel is SPONTAAN en selfonderhoudend.
- Die sel bestaan uit twee fisies AFSONDERLIKE HALFSELLE wat die anode halfsel en die katode halfsel is.
- Anode - is die elektrode waar oksidasie plaasvind. Dit kan onreatief of reaktief wees.
- Katode is die elektrode waar reduksie plaasvind.
- Elke elektrode word in 'n ooreenstemmende elektroliet gedoop, bv. sink in sinksulfaat en koper in kopersulfaat
- By die keuse van elektroliete gebruik altyd 'n nitraat aangesien alle nitrate oplosbaar is.
- Ons gaan galvaniese selle ontleed wat onder STANDAARDTOESTANDE werk (nie STP

nie):

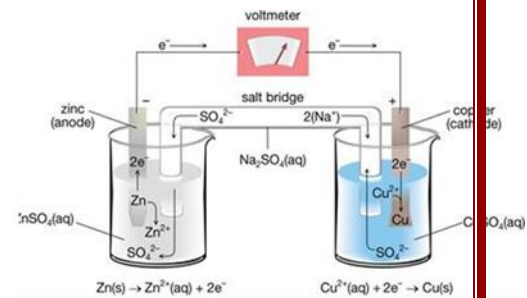
- Temperatuur van 25°C / 298K
- Konsentrasie van elektroliet van 1mol.dm<sup>-3</sup>
- Druk van 1atm / 1,013 x10<sup>5</sup> Pa vir gasse.

## Koper-sink galvaniese sel



|                                          | ANODE                                                                                                                                                | KATODE                                                                                                                        |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Identifikasie                            | Het 'n kleiner $E^\theta$ waarde (0,76V)<br>Sterker reduseermiddel(Zn)                                                                               | Het 'n groter $E^\theta$ waarde (+0,34V)<br>Swaker reduseermiddel(Cu)                                                         |
| Tipe reaksie                             | Oksidasie                                                                                                                                            | Reduksie                                                                                                                      |
| Halfreaksie                              | $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$                                                                            | $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$                                                     |
| Waarneembare veranderinge op elektrodes  | Massa afname<br>Elektrode weggevreet                                                                                                                 | Massa toename<br>Elektrode word dikker 'n rooibruin neerslag vorm                                                             |
| Waarneembare veranderinge in elektroliet | Bly kleurloos                                                                                                                                        | Blou kleur van oplossing raak ligter                                                                                          |
| Verandering in ionkonsentrasies          | $[\text{Zn}^{2+}]$ neem toe<br>Produksie $\uparrow$                                                                                                  | $[\text{Cu}^{2+}]$ neem af<br>Reaktant $\downarrow$                                                                           |
| Vloei van elektrone                      | Elektrone vloei van die anode na die katode deur die eksterne stroombaan deur die verbindingsdraad.<br>In die Zn-Cu sel vloei elektrone van Zn na Cu |                                                                                                                               |
| Versameling van lading                   | Positiewe lading (ione) versamel in die anode (Zn) halfsel as gevolg van toename in katioon konsentrasie ( $\text{Zn}^{2+}$ )                        | Negatiewe lading (ione) versamel in die katode (Cu) halfsel as gevolg van afname in katioon konsentrasie ( $\text{Cu}^{2+}$ ) |
| Vloei van ione deur soutbrug             | Anione beweeg deur soutbrug na anode halfsel om die versameling positiewe ione te neutraliseer                                                       | Katione beweeg deur soutbrug na katode halfsel om die versameling van negatiewe ione te neutraliseer                          |

|                             |                                                                                                                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Funksie van soutbrug</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die soutbrug voltooi die stroombaan en</li> <li>• Handhaaf elektriese neutraliteit</li> </ul> |
| <b>Net reaksie</b>          | $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$                                        |
| <b>selNOTASIE</b>           | $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$                                    |



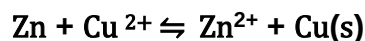
Die emk van die sel word as volg bereken:

$$\begin{aligned}
 E^{\theta}_{\text{sel}} &= E^{\theta}_{\text{katode}} - E^{\theta}_{\text{anode}} \\
 &= 0,34 - (-0,76) \\
 &= 1,10\text{V}
 \end{aligned}$$

### Verwantskap van STROOM en POTENSIAALVERSKIL(spanning) tot TEMPO en EWEWIG

- Die redoksreaksies in die galvaniese selle is OMKEERBAAR. Hulle het egter baie groot  $K_c$ -waardes, daarom word hulle gewoonlik as ONOMKEERBAAR voorgestel
- Die galvaniese sel het die vermoë om stroom te lewer tot die reaksie chemiese ewewig bereik of tot die reaksie voltooi is.
- Volgens Le Châtelier se beginsel sal al die faktore wat die VOORWAARTSE reaksie BEVOORDEEL die POTENSIAALVERSKIL van die galvaniese sel VERHOOG, bv. VERHOGING IN REAKTANS KONSENTRASIE of VERLAGING IN PRODUK KONSENTRASIE verhoog potensiaalverskil
- Volgens Le Châtelier se beginsel sal al die faktore wat die TERUGWAARTSE reaksie BEVOORDEEL die POTENSIAALVERSKIL van die galvaniese sel VERLAAG, bv. VERHOGING IN PRODUK KONSENTRASIE of VERLAGING IN REAKTANS KONSENTRASIE verlaag potensiaalverskil.

Oorweeg die netto reaksie vir die Zn-Cu-sel



Volgens Le Chartelier se beginsel sal 'n toename in  $[\text{Cu}^{2+}]$  die voorwaartse reaksie bevoordeel wat spontaan is en sodoende emk verhoog.

- Interne weerstand bied weerstand teen die vloeï van lading deur die elektrodes en elektroliete in 'n sel
- VERGROOTTE OPPERVLAKTE VAN DIE ELEKTRODES verhoog die tempo van die reaksie deur die interne weerstand te verlaag en VERHOOG DIE MAKSIMUM STROOM wat die sel kan lewer, maar BEÏNVLOED NIE DIE EMK VAN DIE SEL NIE.

## EMK van die sel

- Die EMK van 'n sel is die maksimum potensiaalverskil tussen twee halfselle in 'n galvaniese sel.
- As dit onder standaardtoestande bepaal word, word dit na verwys as die standaard EMK:

$E^\theta$  sel

- Die standaard emk van 'n sel kan bepaal word uit Tabel 4A (of 4B), deur een van die volgende formules toe te pas (dit word op eksameninligtingsblad gegee)

$$\begin{aligned}E^\theta \text{ sel} &= E^\theta \text{ reduksie} - E^\theta \text{ oksidasie} \\&= E^\theta \text{ oksideermiddel} - E^\theta \text{ reduseermiddel} \\&= E^\theta \text{ katode} - E^\theta \text{ anode}\end{aligned}$$

'n Voorbeeld: 'n Elektrochemiese sel word gebou met behulp van die volgende halfreaksies:



- a) Wat is die anode en watter die katode?
- b) Wat is die standaard selpotensiaal?

Gebruik ons eenvoudige reël ...

ANode – OKsidasie (OX AN) : Pb (lood)

KATode – REDuksie (RED CAT) : Au (goud)

$$E^\circ = E^\circ(\text{katode}) - E^\circ(\text{anode}) = +1,50 - (-0,13) = 1,63 \text{ V.}$$

Onthou:

Wanneer die sel EMK POSITIEF is, is die reaksie SPONTAAN.

As die EMK negatief is, is die reaksie nie-spontaan

## SELNOTASIE

Die volgende riglyne is van toepassing op die skryf van die selnotasie vir selle waarby gasse betrokke is:

1. Die  $\text{H}_2|\text{H}^+$  sel word net soos enige ander halfsel hanteer.  
(Handboeke wat sê dat dit altyd aan die linkerkant geskryf is, is VERKEERD.)
2. Selterminale (elektrodes) word aan die buitekant van die selnotasie geskryf.
3. Volgorde altyd:  
 $\text{RM}|\text{geoksideerde spesies}||\text{OM}|\text{gereduseerde spesies}.$
4. As onreaktiewe elektrodes gebruik word:  
 $\text{Pt}|\text{RM}|\text{geoksideerde spesies}||\text{OM}|\text{gereduseerde spesies}|\text{Pt}.$   
NB:  
(Pt of C) verskyn slegs as 'n onreaktiewe elektrode gebruik word, soos in die standaard  $\text{H}_2|\text{H}^+$  -halfsel.)

Korrekte volgorde Voorbeelde:

1.  $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{H}^+ | \text{H}_2 | \text{Pt}$  (korrek)
2.  $\text{Pt} | \text{H}_2 | \text{H}^+ || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$  (korrek)

3.  $\text{Mg} \mid \text{Mg}^{2+} \parallel \text{F}_2 \mid \text{F}^- \mid \text{Pt}$  (Korrek: volgorde RM, geoksideerde spesies, OM, gereduseerde spesies)
4.  $\text{Pt} \mid \text{Cl}^- \mid \text{Cl}_2 \parallel \text{F}_2 \mid \text{F}^- \mid \text{Pt}$  (Korrek: volgorde RM, geoksideerde spesies, OM, gereduseerde spesies)

Verkeerde volgorde voorbeelde:

5.  $\text{Mg} \mid \text{Mg}^{2+} \parallel \text{F}^- \mid \text{F}_2 \mid \text{Pt}$  (verkeerde volgorde)
6.  $\text{Pt} \mid \text{Cl}_2 \mid \text{Cl}^- \parallel \text{F}^- \mid \text{F}_2 \mid \text{Pt}$  (verkeerde volgorde)

### Verduideliking van relatiewe sterktes van reduseermiddels of oksideermiddels

Volg die volgende stappe:

**STAP 1:** Identifiseer die sterker oksideermiddel (of reduseermiddel).

**STAP 2:** Identifiseer die spesie/stof waarmee dit vergelyk word, d.w.s. die swakker oksideermiddel (of reduseermiddel).

**STAP 3:** Noem die aksie, dit wil sê watter spesies/stof gereduseer (of geoksideer) word.

**STAP 4:** Noem tot watter spesie/stof dit gereduseer (of geoksideer) sal word.

#### **VOORBEELD 1:**

*Kan 'n koper(II)sulfaatoplossing in 'n sinkhouer gestoor word? Verduidelik deur na die tabel van standaardreduksiepotensiaal te verwys.*

#### **ANTWOORD**

**In terme van relatiewe sterkte van oksideermiddels:**

Nee. ✓

$\text{Cu}^{2+}$  is 'n sterker oksideermiddel ✓ as  $\text{Zn}^{2+}$  ✓ en sal Zn oksideer ✓ na  $\text{Zn}^{2+}$ . ✓

**Let wel:** Spesies aan die linkerkant van die dubbelpyl in die Tabel van Sandaard reduksiepotensiaal is oksideermiddels. Dié aan die regterkant van die dubbelpyl is reduseermiddels. Wanneer vergelyk word, moet 'n oksideermiddel altyd met 'n ander oksideermiddel vergelyk word en NIE met 'n reduseermiddel nie (regs van die dubbelpyl in die Tabel van Standaardreduksiepotensiaal).

**In terme van relatiewe sterkte van reduseermiddels:**

Nee. ✓

Zn is 'n sterker reduseermiddel ✓ as Cu ✓ en sal  $\text{Cu}^{2+}$  reduseer ✓ na Cu. ✓

#### **VOORBEELD 2:**

*Daar word gevind dat silwer nie met 'n soutsuuroplossing reageer nie. Verwys na die relatiewe sterkte van reduseermiddels om hierdie waarneming te verduidelik.*

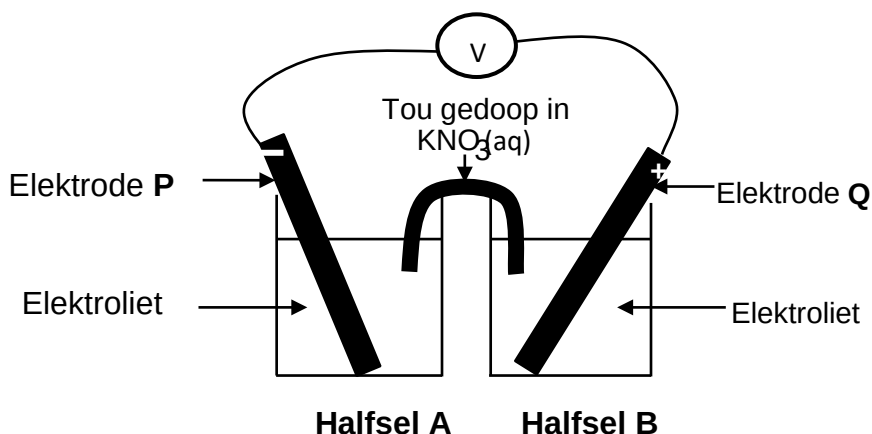
#### **ANTWOORD**

Ag is 'n swakker reduseermiddel ✓ as  $\text{H}_2$  ✓ en Ag KAN NIE  $\text{H}^+$  reduseer ✓ na  $\text{H}_2$  nie. ✓

## UITGEWERKTE VOORBEELDE

### VOORBEELD 1

Leerders stel 'n elektrochemiese sel op, wat in die vereenvoudigde diagram hieronder getoon word, deur magnesium en lood as elektrodes te gebruik. Nitraatoplossings word as elektroliete in beide halfselle gebruik.



- 1.1 Watter tipe reaksie (NEUTRALISASIE, REDOKS of PRESIPITASIE) vind in hierdie sel plaas? (1)

**Antwoord:** Redoksreaksie ✓ (Elektrone word oorgedra.)

- 1.2 Watter elektrode, P of Q, is magnesium? Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

**Antwoord:** P ✓ Negatiewe elektrode. / Mg is 'n sterker reduseermiddel / word geoksideer / verloor elektrone. ✓

- 1.3 Skryf die:

- 1.3.1 Standaardtoestande waaronder hierdie sel funksioneer (2)

**Antwoord:** Temperatuur:  $25\text{ }^{\circ}\text{C}/298\text{ K}$  ✓  
Konsentrasie:  $1\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  ✓

- 1.3.2 Selnotasie vir hierdie sel (3)

**Antwoord:**  $\text{Mg}(\text{s}) \mid \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Pb}(\text{s})$  ✓

- 1.3.3 NAAM of FORMULE van die oksideermiddel in die sel (1)

**Antwoord:**  $\text{Pb}^{2+}$  /  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  / lood(II) ione ✓

- 1.4 Bereken die aanvanklike emk van die sel hierbo onder standaardtoestande (4)

**Ant:**  $E^{\theta}_{\text{cell}} = E^{\theta}_{\text{reduksie}} - E^{\theta}_{\text{oksidasie}} \checkmark = -0,13 \checkmark - (-2,36) \checkmark = 2,23\text{ V} \checkmark$

- 1.5 Hoe sal die voltmeterlesing verander as die:  
 (Skryf slegs VERHOOG, VERLAAG of BLY DIESELFDE.)

- 1.5.1 Grootte van elektrode P word verhoog (1)

**Antwoord:** Bly dieselfde ✓

- 1.5.2 Aanvanklike konsentrasie van die elektroliet in halfsel B word verhoog (1)

**Antwoord:** Verhoog ✓

**[15]**

## VOORBEELD 2

Wanneer 'n stuk natriummetaal (Na) in 'n proefbuis by water gevoeg word, word waterstofgas vrygestel. Wanneer fenolftaleïen-indikator by die proefbuis gevoeg word, word die oplossing pienk.

2.1 Definieer die term *reduksie* in terme van elektronoordrag. (2)

**Antwoord:** Wins van elektrone. ✓✓ (2 of 0)

2.2 Skryf die reduksie halfreaksie neer. (2)

**Antwoord:**  $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$  ✓✓

2.3 Skryf die gebalanseerde vergelyking vir die reaksie wat plaasvind neer. (3)

**Antwoord:**  $2Na(s) + 2H_2O(l) \checkmark \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) + 2Na^+(aq) \checkmark$  Bal

2.4 Gee 'n rede waarom die oplossing pienk word. (1)

**Antwoord:** Vorming van hidroksiedione /  $OH^-$  / natriumhidroksied / basis /  $pH > 7$  ✓

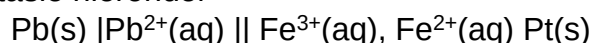
Wanneer 'n stuk koper in 'n proefbuis by water gevoeg word, word geen reaksie waargeneem nie.

2.5 Verwys na die relatiewe sterktes van die REDUKSIEMIDDELS om te verduidelik waarom geen reaksie waargeneem word nie. (3)

**Antwoord:** Cu is 'n swakker reduseermiddel ✓ as  $H_2$  en  $OH^-$   
en  $H_2O$  sal nie gereduseer word nie (na  $H_2$  en  $OH^-$ ) ✓

## VOORBEELD 3

Kyk na die selnotasie hieronder



3.1 Wat verteenwoordig die enkellyn (|) in die selnotasie hierbo? (1)

**Antwoord:** Faseskeiding ✓

3.2 Noem die energie-omskakeling wat in hierdie sel plaasvind. (1)

**Antwoord:** Chemies (energie) na elektries (energie)

3.3 Bereken die aanvanklike emk van die sel onder standaardtoestande. (4)

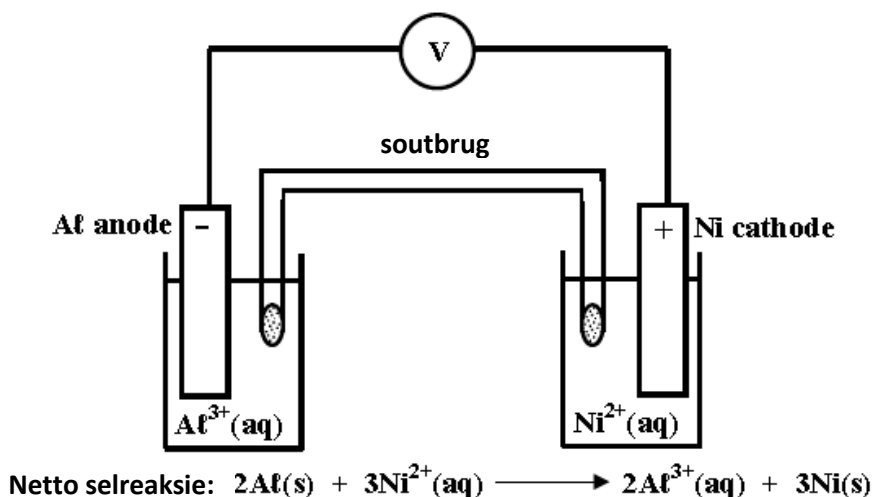
**Antwoord:**  $E_{sel}^{\theta} = E^{\theta}_{\text{reduksie}} - E^{\theta}_{\text{oksidasie}} \checkmark$   
 $= 0,77 \checkmark - (-0,13) \checkmark$   
 $E_{sel}^{\theta} = 0,90 \text{ V} \checkmark$



## GALVANIESE SEL AKTIWITEITE

### AKTIWITEIT 1

'n Galvaniese sel word onder standaardtoestande opgestel met behulp van aluminium- en nikkelelektrodes soos in die diagram hieronder getoon.



- Netto selreaksie:  $2\text{Al(s)} + 3\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Ni(s)}$
- 1.1 Noem die energie-omskakeling wat in hierdie sel plaasvind. (2)
  - 1.2 Skryf die selnotasie vir hierdie sel neer. (Standaardtoestande hoef nie gewys te word nie. (3)
  - 1.3 Definieer:
    - 1.3.1 Oksidasie. (2)
    - 1.3.2 Oksideermiddel. (2)
  - 1.4 Gee die simbool van die oksideermiddel in hierdie sel. (1)
  - 1.5 Bereken die aanvanklike *emk* van hierdie sel onder standaardtoestande (3)
  - 1.6 Noem hoe elk van die volgende veranderinge die *emk* van hierdie sel beïnvloed: (Antwoord slegs VERHOOG, VERLAAG of GEEN EFFEK nie.)
    - 1.6.1 'n Oplosbare sout wat  $\text{Al}^{3+}$ -ione bevat, word by die anode-halfsel gevoeg. (1)
    - 1.6.2 Die galvaniese sel nader chemiese ewewig. (1)
  - 1.7 Die soutbrug word vervang deur een wat wyer, korter en meer geleidend is as wat in die diagram getoon word. Meld hoe elkeen van die volgende deur hierdie verandering beïnvloed sal word: (Antwoord slegs VERHOOG, VERLAAG of GEEN EFFEK nie.)
    - 1.7.1 Die *emk*. (1)
    - 1.7.2 Die interne weerstand. (1)
    - 1.7.3 Die vermoë van die sel om stroom te lewer. (1)

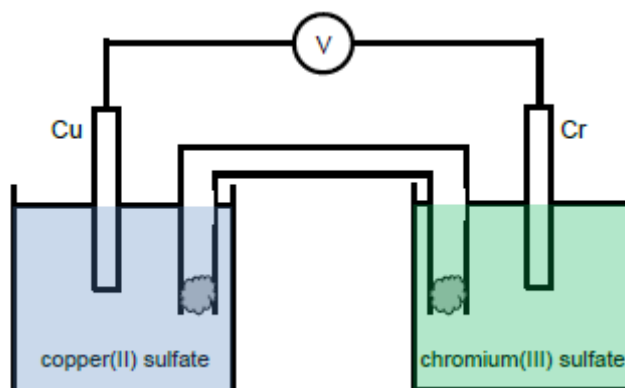


- 1.8 Nadat die sel vir 'n tydperk gewerk het, is die toename in massa by die nikkelkatode 1,77 g.
- 1.8.1 Bereken die aantal mol nikkel wat by die katode neergeslaan het. (2)
- 1.8.2 Bereken die daaropvolgende verlies in massa by die aluminiumanode. (3)
- 1.9 Nog 'n sel (sel **P**) word onder standaardtoestande opgestel.
- Die volgende selnotasie som sel **P** op:  $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Al}^{3+} | \text{Al}$
- Skryf die gebalanseerde vergelyking neer vir die netto (algehele) reaksie wat in sel P plaasvind . (3)

[26]

## AKTIWITEIT 2

In die standaardcel wat in die diagram hieronder getoon word, word 'n koperelektrode in 'n oplossing van blou koper(II)sulfaat, en 'n chroomelektrode word in 'n groen chroom(III)sulfaat oplossing geplaas. Die voltmeter registreer 'n lesing.



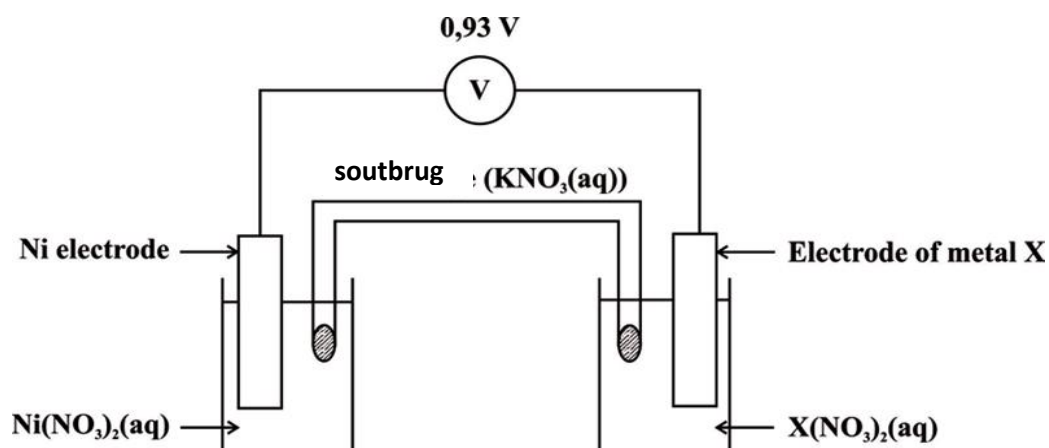
- 2.1 Klassifiseer hierdie sel as GALVANIES of ELEKTROLITIES. (1)
- 2.2 Skryf die formule van chroom(III)sulfaat. (1)
- 2.3 2.3.1 Skryf die reduksie-halfreaksie. (2)
- 2.3.2 Identifiseer die anode. (1)
- 2.3.3 Beskryf TWEE waarnemings wat in die chroomhalfsel gemaak kan word nadat die sel stroom vir 'n beduidende hoeveelheid tyd lewer. (2)
- 2.4 Skryf 'n chemiese vergelyking vir die netto selreaksie wat in hierdie sel plaasvind. (3)
- 2.5 2.5.1 Bepaal die aanvanklike lesing op die voltmeter. (3)
- 2.5.2 As die aanvanklike konsentrasie koper(II)sulfaat wat gebruik is, groter was as  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , verduidelik die effek op die aanvanklike voltmeterlesing. (3)

- 2.6 2.6.1 Skryf die chemiese formule vir 'n geskikte reagens wat in die soutbrug gebruik kan word. (1)
- 2.6.2 Verduidelik hoe die soutbrug elektriese neutraliteit in die chroom halfsel handhaaf. Verwys in jou antwoord na die veranderende ioniese toestande sowel as die beweging van ione. (3)
- 2.7 Skryf die standaard selnotasie vir hierdie sel, insluitend toestande en fases. (5)

[25]

### AKTIWITEIT 3

'n Galvaniese sel word onder standaardtoestande opgestel deur nikkel (Ni) en 'n onbekende metaal X as elektrodes te gebruik, soos in die diagram hieronder getoon. Die lesing op die voltmeter terwyl die sel onder standaardtoestande werk, is 0,93 V. Nadat die sel vir 'n tydperk gewerk het, word waargeneem dat **die massa van die nikkelelektrode toegeneem het**.



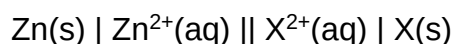
- 3.1 Definieer die term *anode*. (2)
- 3.2 Watter metaal (nikkel of metaal X) is die katode van hierdie galvaniese sel? Gee 'n rede vir jou antwoord. (2)
- 3.3 Skryf 'n chemiese vergelyking neer om die halfreaksie wat plaasvind by die nikkelelektrode te wys. (2)
- 3.4 Bereken die standaard elektrodepotensiaal ( $E^\theta$ ) van metaal X en bepaal dus die identiteit van metaal. (4)
- 3.5 Skryf die selnotasie vir hierdie galvaniese sel neer. Standaardtoestande hoef nie gewys te word nie. (3)
- 3.6 Die soutbrug wat gebruik word, bevat 'n gekonsentreerde oplossing van kaliumnitraat. Die soutbrug handhaaf elektriese neutraliteit in die halfselle.
- 3.6.1 Waarom is dit belangrik dat die oplossing van kaliumnitraat gekonsentreer is? (2)

3.6.2 Verduidelik wat die uitdrukking '*handhaaf elektriese neutraliteit*' beteken (2)

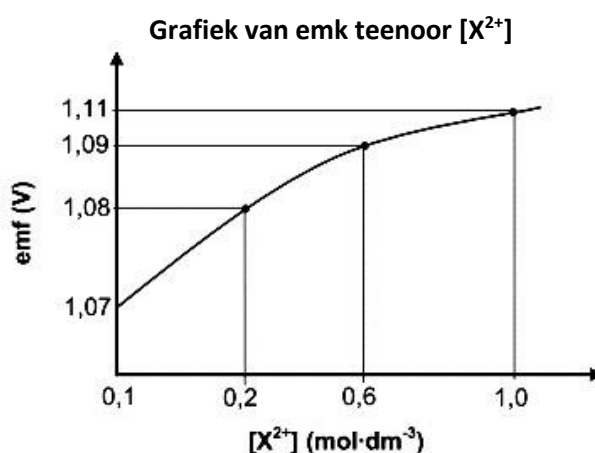
3.6.3 Verduidelik waarom  $\text{K}^+$ -ione meer geskikte katione as  $\text{Fe}^{3+}$ -ione vir die soutbrug is. (Verwys na die tabel van standaard elektrodepotensiaal.) (3)  
[19]

#### AKTIWITEIT 4

Die elektrochemiese sel wat deur die selnotasie hieronder voorgestel word, word gebruik om die verband tussen die konsentrasie van  $\text{X}^{2+}(\text{aq})$  en die emk van die sel te ondersoek. Die konsentrasie van  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  en die temperatuur word by standaardtoestande gehou.



Die grafiek toon die resultate wat verkry is.



4.1 Vir hierdie ondersoek, skryf neer die:

4.1.1 Afhanklike veranderlike (1)

4.1.2 Naam van 'n instrument wat nodig is om die emk van die sel te meet (1)

4.1.3 Naam van die komponent van die sel wat elektriese neutraliteit verseker (1)

4.1.4 Waardes van TWEE standaardtoestande wat nodig is om te verseker dat die standaard emk verkry word (2)

4.2 Skryf die gevolgtrekking neer wat uit die resultate gemaak kan word. (2)

4.3 Identifiseer elektrode **X** met behulp van 'n berekening. (5)

4.4 Skryf die algehele (net) selreaksie neer wat plaasvind wanneer hierdie sel in werking is. (3)

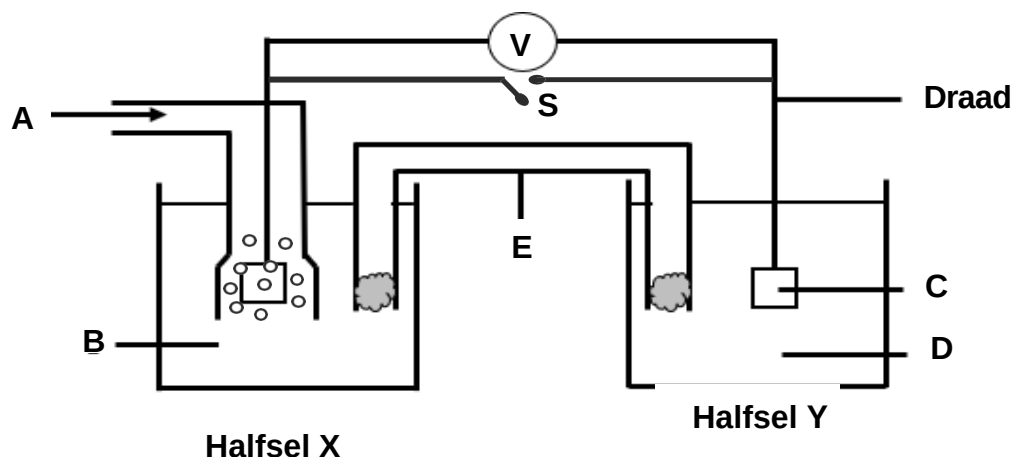
[15]

## AKTIWITEIT 5

Chloorgas en yster(II)-ione reageer in waterige oplossing soos volg:



Die diagram hieronder wys 'n galvaniese sel wat gebruik word om die selpotensiaal ( $E^\theta$ ) vir bogenoemde reaksie onder standaardtoestande te bepaal.



5.1 Gee die **chemiese formules** van die stowwe wat deur die letters voorgestel word: (A,B,C,D) (4)

5.2 Oorweeg die deel gemerk E.

5.2.1 Wat verteenwoordig E ? (1)

5.2.2 Gee die **chemiese formule** van 'n geskikte verbinding wat in water opgelos kan word om die oplossing te maak om E te vul. (1)

5.2.3 Gee twee redes waarom jou keuse van verbinding in VRAAG 5.2.2 geskik is vir hierdie doel. (2)

5.3 Bereken die aanvanklike selpotensiaal ( $E^\theta$ ) vir hierdie sel onder standaardtoestande. (4)

5.4 Identifiseer die reduseermiddel in hierdie sel. (1)

5.5 Kies die korrekte opsies tussen hakies in die staat hieronder. Wanneer skakelaar S gesluit is, sal elektrone van halfsel (X na Y of Y na X) vloei deur (DIE DRAAD OF E). (2)

5.6 Die standaardoplossing van die  $\text{Fe}^{3+}$ -elektroliet word voorberei met  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Verduidelik watter konsentrasie van  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -oplossing voorberei moet word. (3)

5.7 Yster(III)hidroksied is baie minder oplosbaar as yster(II)hidroksied. Maak gebruik van hierdie feit en Le Châtelier se beginsel om te verduidelik hoe die emk van die sel beïnvloed sal word as 'n bietjie NaOH by die  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  halfsel gevoeg word. (4)

[18]



# JENN

**Training and Consultancy**

**The path to enlightened education**

**VAK: FISIESE WETENSKAPPE**

**GRAAD 12**

**2026 WINTERKLASSE**

**ONDERWYSER- EN LEERDERINHOU DHANDLEIDING**

**Onderwerp**

**Optiese Verskynsel**

## Eksamenriglyne

### **Optiese Verskynsels en Eienskappe van Materiale**

(Hierdie afdeling moet saam met die KABV, bl. 146–147, gelees word.)

#### **Foto-elektriese effek**

- Beskryf die *foto-elektriese effek* as die proses waardeur elektrone uit 'n metaaloppervlak vrygestel word wanneer lig van geskikte frekwensie op daardie oppervlak inval.
- Noem die betekenis van die foto-elektriese effek.
- Definieer *drumpelfrekwensie*,  $f_0$ , as die minimum frekwensie van lig wat nodig is om elektrone vanaf 'n sekere metaaloppervlak vry te stel.
- Definieer *werkfunksie*,  $W_0$ , as die minimum energie benodig om 'n elektron uit die oppervlak van die metaal vry te stel.
- Voer berekeninge uit met behulp van die foto-elektriese vergelyking:
- $E = W_0 + E_{k(\text{maks})}$ , waar  $E = hf$  en  $W_0 = hf_0$  en  $E_{k(\text{maks})} = \frac{1}{2}mv^2_{\text{maks}}$
- Verduidelik die invloed van intensiteit en frekwensie op die foto-elektriese effek.
- Noem dat die foto-elektriese effek die deeltjie-aard van lig demonstreer.

#### **Emissie- en absorpsiespektra**

- Verduidelik die *vorming van atoomspektra* deur na energie-oorgange te verwys.
- Verduidelik die verskil tussen *atoomabsorpsie-* en *atoomemissiespektra*.
- 'n Atoomabsorpsiespektrum word gevorm wanneer sekere frekwensies van elektromagnetiese straling wat deur 'n stof beweeg, geabsorbeer word.  
Byvoorbeeld, wanneer lig deur 'n koue gas gaan, absorbeer atome in die gas kenmerkende frekwensies van die lig en die spektrum wat waargeneem word, is 'n deurlopende spektrum met donker lyne waar kenmerkende frekwensies van lig verwyder is. Die frekwensies van die absorpsielyste is uniek aan die tipe atome in die gas.
- 'n Atoomemissiespektrum word gevorm wanneer sekere frekwensies van elektromagnetiese straling uitgestraal word as gevolg van 'n atoom wat 'n oorgang van 'n hoër energietoestand na 'n laer energietoestand maak.  
Byvoorbeeld, atome in 'n warm gas straal lig uit teen kenmerkende frekwensies. Die spektrum wat waargeneem word, is 'n linspektrum met slegs 'n paar gekleurde lyne met frekwensies wat uniek is aan die tipe atoom wat die emissielyste produseer.

## **BELANGRIKE TERME EN DEFINISIES**

| <b>TERME EN DEFINISIES</b>  |                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dubbelaard                  | Dubbelaard – lig tree op soos golwe wanneer dit voortplant en soos deeltjies wanneer dit met materie in wisselwerking is.                                                                      |
| Foto-elektriese effek       | Die proses waardeur elektrone uit 'n metaaloppervlak vrygestel word wanneer lig van geskikte frekwensie daarop inval/ skyn.                                                                    |
| Drumpelfrekwensie ( $f_0$ ) | Die minimum frekwensie van lig wat nodig is om elektrone uit 'n sekere metaaloppervlak vry te stel.                                                                                            |
| Werkfunksie ( $W_0$ )       | Die minimum energie benodig om 'n elektron uit 'n sekere metaaloppervlak vry te stel.                                                                                                          |
| Foto-elektriese vergelyking | $E = W_0 + K_{\max}$ , waar $E = hf$ en $W_0 = hf_0$ en $K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$                                                                                                    |
| Spektrum                    | 'n Band kleure met verskillende golflengtes wat waargeneem word wanneer lig deur 'n prisma versprei word. Die reënboog is 'n voorbeeld van 'n deurlopende spektrum.                            |
| Atoomabsorpsiespektrum      | Vorm wanneer sekere frekwensies van elektromagnetiese straling wat deur 'n medium beweeg, byvoorbeeld 'n koue gas, geabsorbeer word.                                                           |
| Atoom-emissiespektrum       | Vorm wanneer sekere frekwensies van elektromagnetiese straling uitgestraal word as gevolg van 'n atoom se elektrone wat 'n oorgang van 'n hoë energietoestand na 'n laer energietoestand maak. |

## INHOUD

### OPTIESE VERSKYNSELS EN EIENSKAPPE VAN MATERIALE

**Foto-elektriese effek**

Die proses waardeur elektrone uit 'n metaaloppervlak vrygestel word wanneer lig van geskikte frekwensie daarop skyn.

$E = hf$

$E_{k(max)} = \frac{1}{2}mv_{max}^2$

Invallende lig

Metaalplaat

Foto-elektron

Elektron

$W_0 = hf_0$

Elke invallende ligfoton het energie:  
 Die metaal benodig energie (arbeidsfunksie) om elektron vry te stel:  
 'n Foto-elektron beweeg weg met kinetiese energie:

$E = hf$   
 $W_0 = hf_0$   
 $E_{k(max)} = \frac{1}{2}mv_{max}^2$

**$E_{k(max)} = hf - W_0$  OF  $hf = W_0 + E_{k(max)}$**

$h$ : Planck se konstante  $6,63 \times 10^{-34}$  J·s  
 $f$ : Frekwensie van invallende lig in hertz (Hz)  
 $W_0$ : Arbeidsfunksie van die metaal in joule (J)  
 $E_{k(max)}$ : Maksimum kinetiese energie van foto-elektrone in joule (J)

**Demonstrasie van die foto-elektriese effek**

- 'n Sinkplaat word bo-op die skyf van 'n elektroskoop geplaas.
- Die elektroskoop en sinkplaat word negatief gelaai.
- UV-lig word op die sinkplaat geskyn.

Negatief-gelaaide sinkplaat

Elektroskoop

Goudblaadjie

Aanvanklike posisie van blaadjie.

UV-lig

Elektrone vrygestel uit sinkplaat

Skyf

Elektroskoop

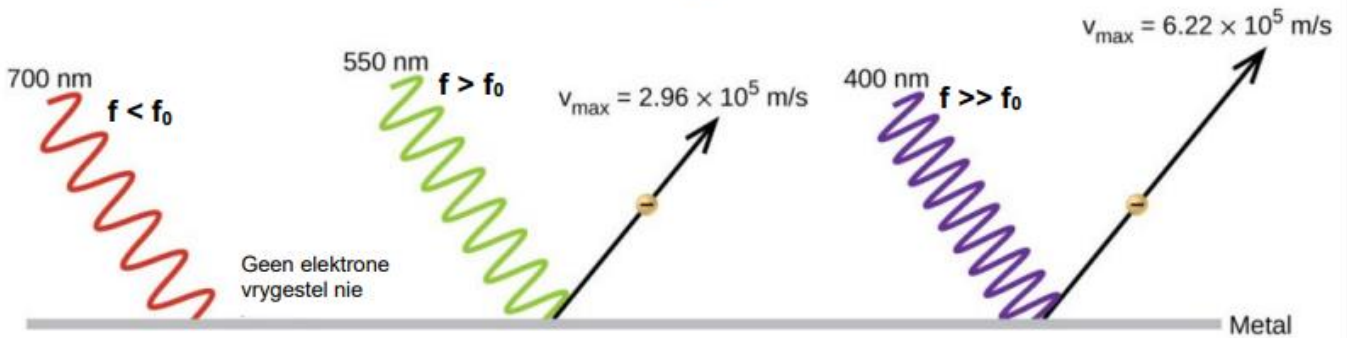
Goudblaadjie

Blaadjie val wanneer UV-lig inval



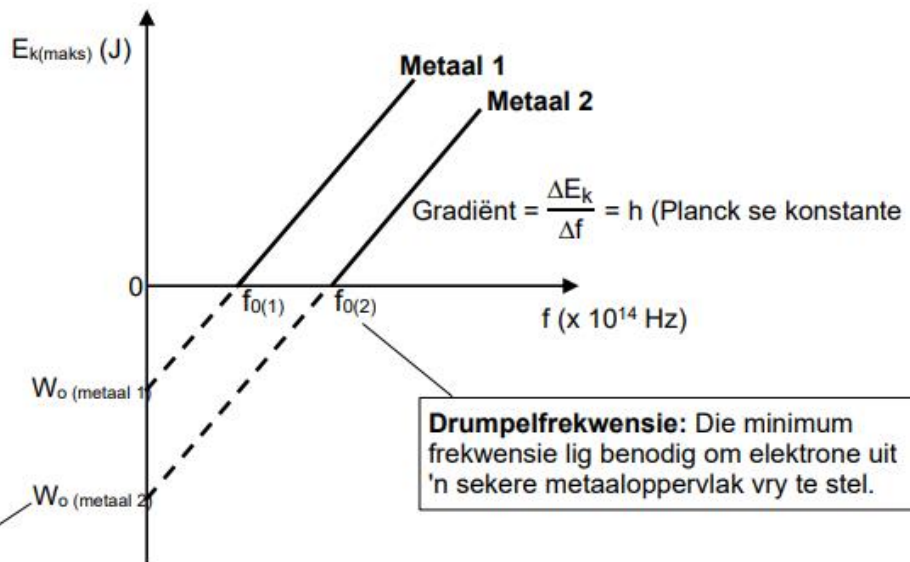
## FAKTORE WAT DIE FOTO-ELEKTRIESE EFFEK BEÏNVLOED

### Effek van FREKWENSIE VAN LIG op die foto-elektriese effek



- Die frekwensie van die invallende lig bepaal of elektrone vrygestel sal word of nie.
- 'n Metaal benodig 'n minimum frekwensie lig om elektrone uit die metaaloppervlak vry te stel. Dit word die **drumpelfrekwensie**,  $f_0$  genoem.
- Indien die frekwensie van die invallende lig kleiner is as die drumpelfrekwensie vir die metaal, word geen elektrone vrygestel nie.
- Indien die frekwensie van die invallende lig gelyk is aan die drumpelfrekwensie vir die metaal, word elektrone, met geen kinetiese energie nie, vrygestel.
- Indien die frekwensie van die invallende lig groter is as die drumpelfrekwensie vir die metaal, word elektrone met 'n sekere kinetiese energie vrygestel d.i.  $E_{k(\text{maks})} = \frac{1}{2}mv_{\text{maks}}^2 = hf - hf_0$ .
- **Arbeidfunksie** van 'n metaal,  $W_0 = hf_0$ , is die minimum energie wat 'n elektron benodig om uit die metaaloppervlak vrygestel te word.

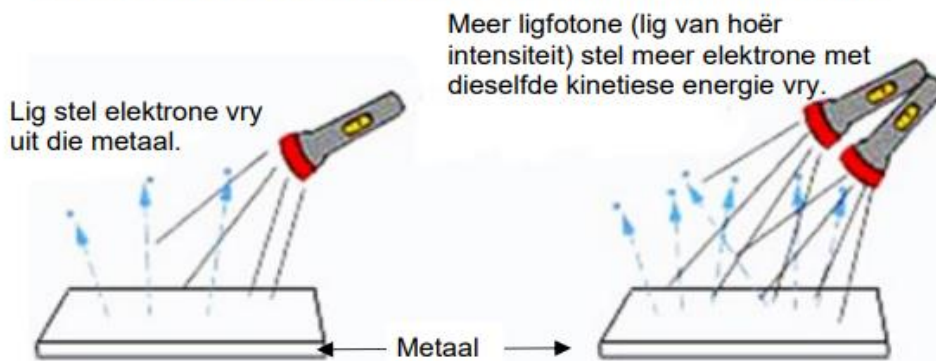
### Grafiek van $E_{k(\text{maks})}$ teenoor frekwensie



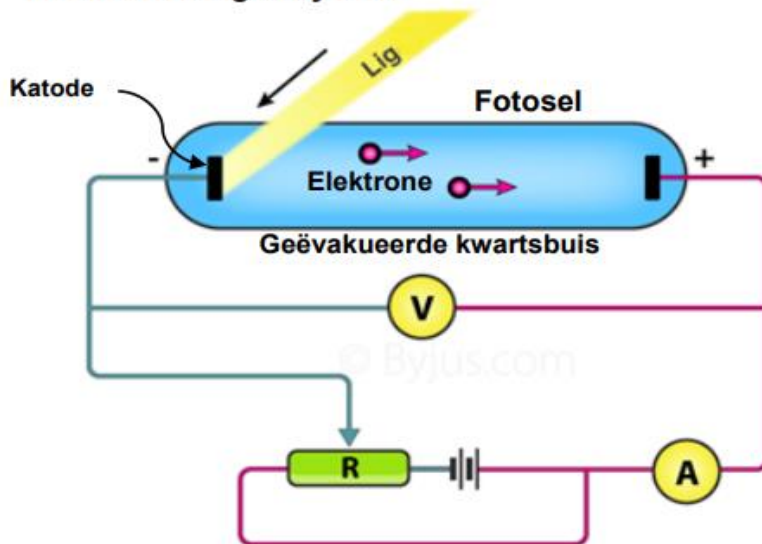
**Arbeidfunksie:** Die minimum energie benodig om elektrone uit 'n sekere metaaloppervlak vry te stel.

**Drumpelfrekwensie:** Die minimum frekwensie lig benodig om elektrone uit 'n sekere metaaloppervlak vry te stel.

### Effek van INTENSITEIT VAN LIG op die foto-elektriese effek

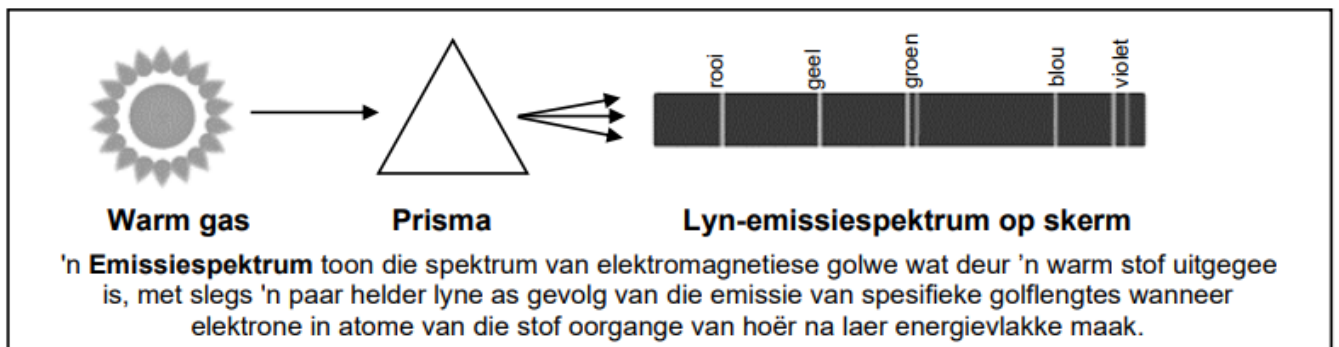
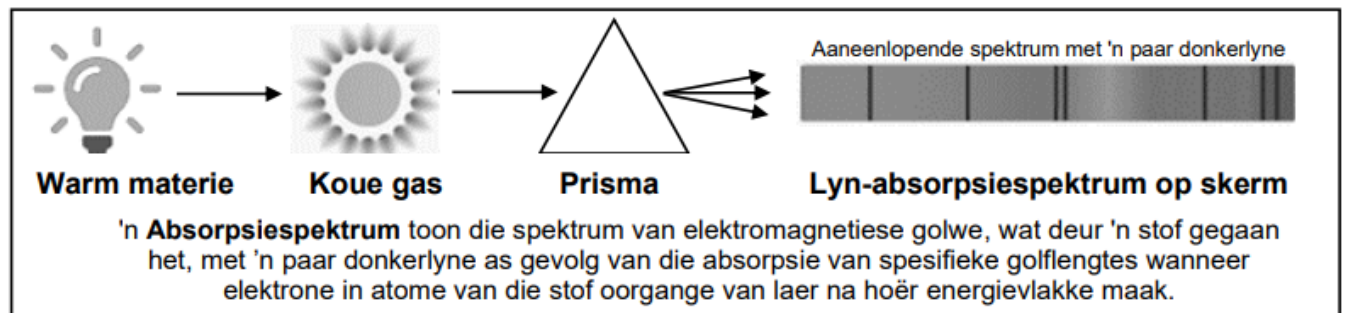
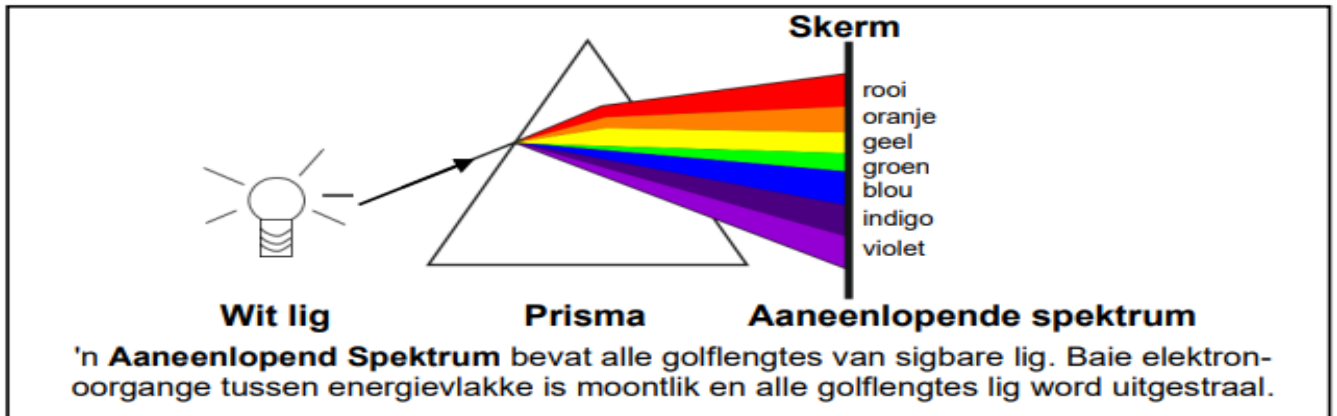


Indien die frekwensie van invallende lig hoog genoeg is om elektrone uit 'n metaaloppervlak vry te stel, sal 'n **hoër intensiteit** van hierdie lig, **meer elektrone per eenheidtyd van dieselfde kinetiese energie vry stel**.



- Invallende lig stel elektrone uit die katode vry.
- Die foto-elektrone word dan deur die positiewe anode aangetrek en 'n stroom vloei in die stroombaan.
- Die ammeter registreer 'n lesing.
- Indien lig van hoër intensiteit gebruik word, sal die ammeter 'n hoër lesing registreer omdat meer fotone die metaalkatode per eenheidtyd tref en dus word meer elektrone per eenheidtyd uit die katode vrygeste.

## Absorpsie en Emissie Spektra



### UITGEWERKTE VOORBEELDE

#### MEERKEUSEVRAE

##### **VRAAG 1 (2 punte)**

Watter EEN van die volgende beskryf die **foto-elektriese effek** korrek?

- A Emissie van elektrone wanneer 'n metaal verhit word
- B Emissie van elektrone wanneer lig van voldoende frekwensie 'n metaal tref
- C Weerkaatsing van lig van 'n metaaloppervlak.
- D Absorpsie van lig sonder emissie van deeltjies

**Antwoord: B**

✓ Elektrone word uitgestraal wanneer lig met voldoende frekwensie 'n metaal tref

---

**VRAAG 2 (2 punte)**

Watter faktor bepaal die **maksimum kinetiese energie** van uitgestraalde elektrone?

- A Intensiteit van die invallende lig
- B Frekwensie van die invallende lig
- C Afstand van die ligbron
- D Oppervlakte van die metaal

**Antwoord: B**

✓  $K_{max} = hf - W_0 \rightarrow$  hang af van frekwensie

---

**VRAAG 3 (2 punte)**

Wat gebeur wanneer die frekwensie van invallende lig **onder die drumpelfrekwensie** is?

- A Elektrone word uitgestraal met lae kinetiese energie
- B Geen elektrone word uitgestraal nie.
- C Elektrone word na 'n rukkie uitgestraal
- D Intensiteit neem outomaties toe

**Antwoord: B**

✓ Geen emissie vind plaas onder drempelfrekwensie nie

---

**VRAAG 4 (2 punte)**

Die werkfunksie van 'n metaal word gedefinieer as:

- A Maksimum kinetiese energie van uitgestraalde elektrone
- B Minimum energie wat benodig word om 'n elektron uit 'n metaal te verwyder
- C Totale energie van die invallende lig
- D Energie wat tydens weerkaatsing verlore gaan

**Antwoord: B**

✓ Werkfunksie = minimum energie wat nodig is om elektrone uit te werp

---

### VRAAG 5 (2 punte)

As die intensiteit van invallende lig toeneem terwyl die frekwensie konstant bly (bo die drumpelfrekwensie), wat gebeur dan?

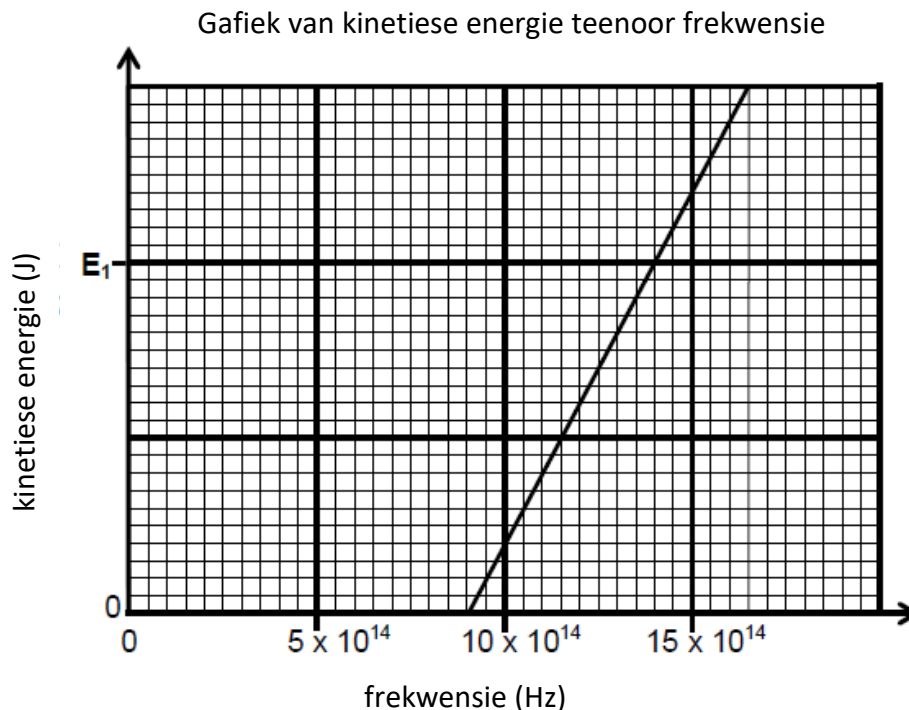
- A. Maksimum kinetiese energie neem toe.
- B. Die aantal uitgestraalde elektrone neem toe.
- C. Werkfunksie neem toe
- D. Drumpelfrekwensie neem toe

**Antwoord: B**

- ✓ Meer fotone → meer elektrone uitgestraal
- ✓ Energie per elektron onveranderd

### VOORBEELD 1

Tydens 'n ondersoek word lig van verskillende frekwensies op die metaalkatode van 'n fotosel geskyn. Die kinetiese energie van die vrygestelde foto-elektrone word gemeet. Die grafiek hieronder toon die resultate wat verkry is.

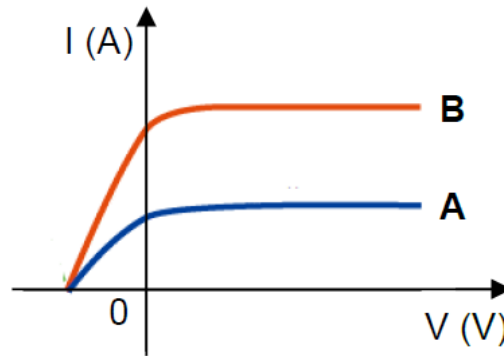


- 1.1 Skryf die volgende neer vir hierdie ondersoek:
- 1.1.1 Afhanklike veranderlike (1)
  - 1.1.2 Onafhanklike veranderlike (1)
  - 1.1.3 Gekontroleerde veranderlike (1)
- 1.2 Definieer die term *drumpelfrekwensie*. (2)



- 1.3 Gebruik die grafiek om die drumpelfrekwensie van die metaal te verkry wat gebruik word as katode in die fotosel. (1)
- 1.4 Bereken die kinetiese energie by  $E_1$  wat op die grafiek getoon word. (4)

Om die effek van die intensiteit van 'n straling op die foto-elektriese stroom te bepaal, val straling van dieselfde frekwensie met verskillende intensiteite op die natriumplaat in. Die volgende grafieke van stroom ( $I$ ) teenoor potensiaalverskil ( $V$ ) is verkry.



- 1.5 Watter EEN van die kurwes stem ooreen met 'n straling van groter intensiteit? Verduidelik die antwoord. (3)
- 1.6 Hoe vergelyk die maksimum kinetiese energie van die vrygestelde elektrone deur straling **A** met die maksimum kinetiese energie van die vrygestelde elektrone deur straling **B**.  
Kies uit GROTER AS, KLEINER AS of GELYK AAN. (1)

[14]

### ANTWOORDE

- 1.1 1.1.1 Kinetiese energy ✓ (1)  
1.1.2 Frekwensie ✓ (1)  
1.1.3 (Tipe ) metaal ✓ (1)
- 1.2 Die minimum frekwensie wat nodig is om elektrone vry te stel ✓vanaf (die oppervlak van) 'n metaal. ✓ (2)
- 1.3  $9 \times 10^{14}$  Hz ✓ (1)
- 1.4  $E = W_0 + E_{k \text{ maks}}$   
 $hf = hf_0 + E_{k \text{ maks}}$  } ✓  
 $(6,63 \times 10^{-34})(14 \times 10^{14}) \checkmark = (6,63 \times 10^{-34})(9 \times 10^{14}) \checkmark + E_k$   
 $\therefore E_k = 3,32 \times 10^{-19} \text{ J } \checkmark \quad (3,31 \times 10^{-19} \text{ J})$  (4)

1.5 B. ✓

Namate die intensiteit van lig toeneem, neem die aantal fotone per sekonde toe. ✓

Aangesien elke foton een elektron vrystel, sal die aantal vrygestelde elektrone per sekonde toeneem. ✓ Dit veroorsaak dat die stroom /ammeter-lesing verhoog. (3)

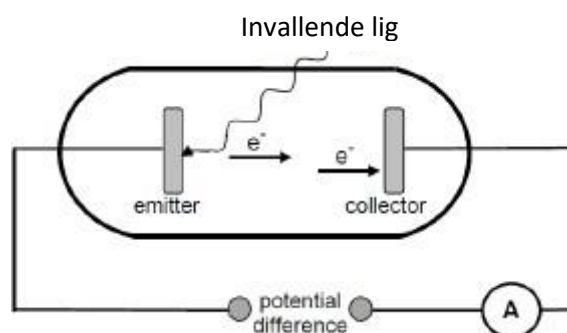
1.6 Gelyk aan ✓

(1)

[14]

## VOORBEELD 2

2.1 Die apparaat hieronder word gebruik om die foto-elektriese effek met behulp van natriummetaal te demonstreer.



Die langste golflengte wat sal veroorsaak dat elektrone van 'n natriummetaaloppervlak vrygestel word wanneer lig op die metaal geskyn word, is 583 nm.

2.1.1 Definieer *drumpelfrekwensie*. (2)

2.1.2 Bereken die drumpelfrekwensie vir natriummetaal. (3)

2.1.3 Bereken dus die werkfunksie van natriummetaal. (3)

*'n Lae intensiteit lig van 'n golflengte van 450 nm val op die natrium in.*

2.1.4 Bereken die kinetiese energie van die vrygestelde elektrone. (4)

*'n Lig met 'n hoër intensiteit, ook met 'n golflengte van 450 nm, vervang die lig met 'n lae intensiteit.*

2.1.5 Wat sal die effek wees van die hoër intensiteit lig op

(a) Die kinetiese energie van die vrygestelde elektrone? (1)

(b) Die aantal elektrone wat vrygestel word? (1)

2.2 **Diagram 1** hieronder toon sommige van die moontlike energievystellings as opgewekte elektrone in 'n warm gas tot laer energievlakke daal. (Vlak  $n = 4$  het die hoogste energie.)

**Diagram 2** hieronder toon die lynemissiespektrum wat geproduseer word. Die wit lyne dui die golflengtes aan waarteen lig waargeneem is



2.2.1 Watter van die emissies, **X** of **Y** (diagram 1) sal waarskynlik ooreenstem met spektraallyn **A** in diagram 2?

Verduidelik jou antwoord.

(3)

2.2.2 Skryf EEN belangrike gebruik van lynemissiespektra neer

(1)

[18]

## ANTWOORDE

2.1.1 **Drumpelfrekwensie** is die minimum frekwensie van lig wat nodig is om elektrone uit 'n metaal (oppervlak) vry te stel **OF Drumpelfrekwensie** is die minimum frekwensie van invallende straling waarteen elektrone van 'n spesifieke metaal (oppervlak) vrygestel sal word. ✓✓ (2)

2.1.2  $c = f\lambda$  ✓  
 $3 \times 10^8 = f_0 (583 \times 10^{-9})$  ✓

$f_0 = (5,15 \times 10^{14} \text{ Hz})$  ✓ (3)

2.1.3  $W_0 = hf_0$  ✓  
 $W_0 = (6,6 \times 10^{-34}) (5,15 \times 10^{14})$  ✓

$W_0 = 3,40 \times 10^{-19} \text{ J}$  ✓ (3)

2.1.4  $E = \frac{hc}{\lambda} = W_0 + E_{\text{kmax}}$  ✓

$\frac{(6,6 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{450 \times 10^{-9}}$  ✓ =  $3,40 \times 10^{-19} + E_{\text{kmax}}$  ✓

$E_{\text{kmax}} = 1 \times 10^{-19} \text{ J}$  ✓ (4)



2.1.5 (a) Hoër intensiteit het geen effek nie ✓ (1)

(b) Hoër intensiteit verhoog die aantal vrygestelde elektrone ✓ (1)

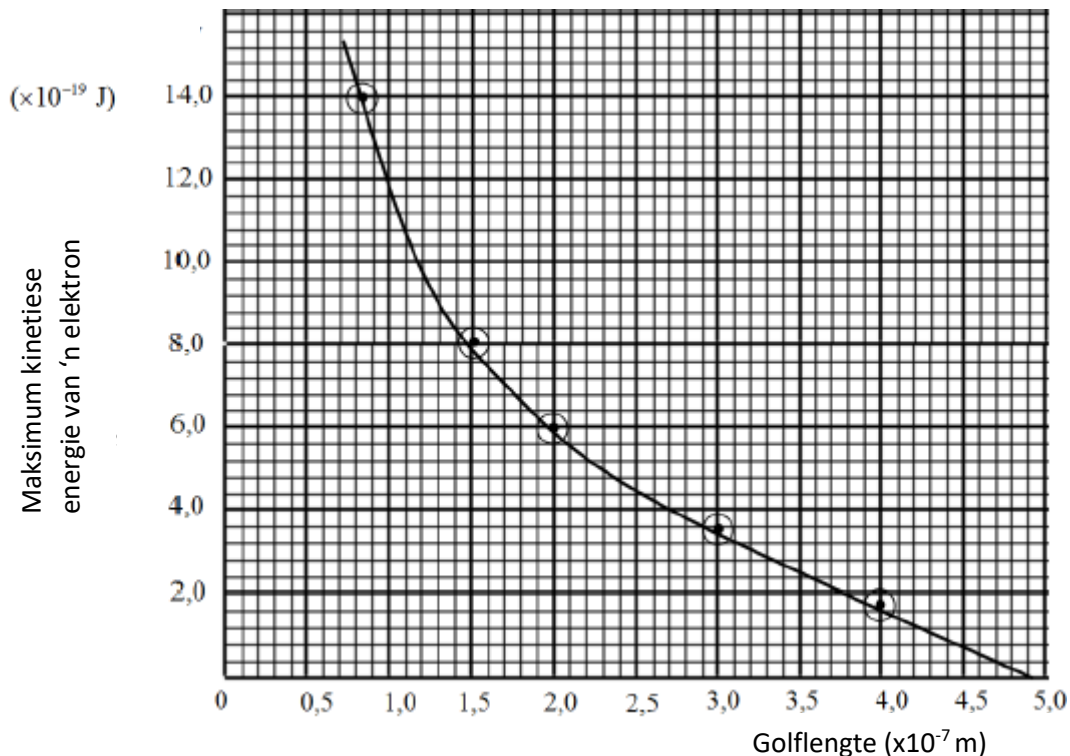
2.2.1 **Emissie X** stem ooreen met spektraallyn A. Die **energie** van die foton wat uitgestraal word, is **die grootste** in emissie X  $\therefore$  golflengte is die kortste, ✓ (3)

2.2.2 Om onbekende elemente te identifiseer (Elke element het sy eie kenmerkende lynspektrum). (1)  
[18]

## AKTIWITEITE

### VRAAG 1

Die grafiek hieronder wys hoe die maksimum kinetiese energie van 'n elektron wat deur die metaalkatode van 'n foto-elektriese sel uitgestraal word, wissel met die golflengte van die invallende straling.



- 1.1 Gebruik die grafiek om die maksimum kinetiese energie van die vrygestelde fotoelektrone te bepaal, wanneer die golflengte van die invallende straling  $1,0 \times 10^{-7} \text{ m}$  is. (1)
- 1.2 Beskryf die verhouding wat in die grafiek getoon word. (2)
- 1.3 Gebruik jou kennis van die foto-elektriese effek om die verhouding gewys in die grafiek te VERDUIDELIK. Ondersteun jou antwoord met verwysing na relevante formules. (2)

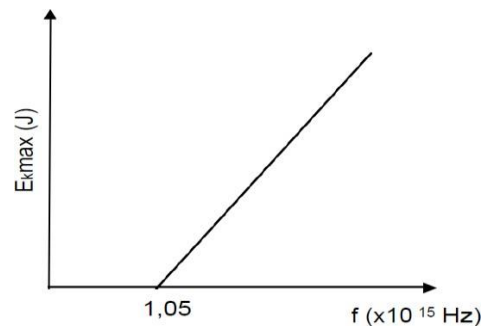
1.4 Gebruik die grafiek om die drumpelfrekwensie van die lig wat nodig is om elektrone uit die metaalkatode van die fotovoltaiiese sel vry te stel, te bereken. (3)

1.5 Bereken die werkfunksie van die metaal wat gebruik word vir die katode van die fotovoltaiiese sel (3)  
[11]

## VRAAG 2

'n Fisika-student meet die maksimum kinetiese energie van foto-elektrone wat vanaf die oppervlak van metaal X vrygestel word, deur verskillende frekwensies van die invallende straling te gebruik. Die student gebruik sy data om die grafiek hieronder te teken.

**Grafiek wat die verband tussen die maksimum kinetiese energie van foto-elektrone en die frekwensie van invallende straling vir metaal X toon.**



Die volgende tabel toon die werkfunksie van 'n verskeidenheid metale:

| Metaal   | Werkfunksie (J)        |
|----------|------------------------|
| Natriuml | $3,82 \times 10^{-19}$ |
| Sink     | $6,97 \times 10^{-19}$ |
| Koper    | $7,52 \times 10^{-19}$ |
| Platinum | $1,02 \times 10^{-18}$ |
| Kalsium  | $4,78 \times 10^{-19}$ |

2.1 Definieer *werkfunksie*. (2)

2.2 Noem die onafhanklike veranderlike in hierdie eksperiment. (1)

2.3 Wys dat die gradiënt van die grafiek se eenhede  $N \cdot m \cdot s$  is. (2)

2.4 Gebruik inligting uit die grafiek en die tabel hierbo om metaal **X** te identifiseer. (5)

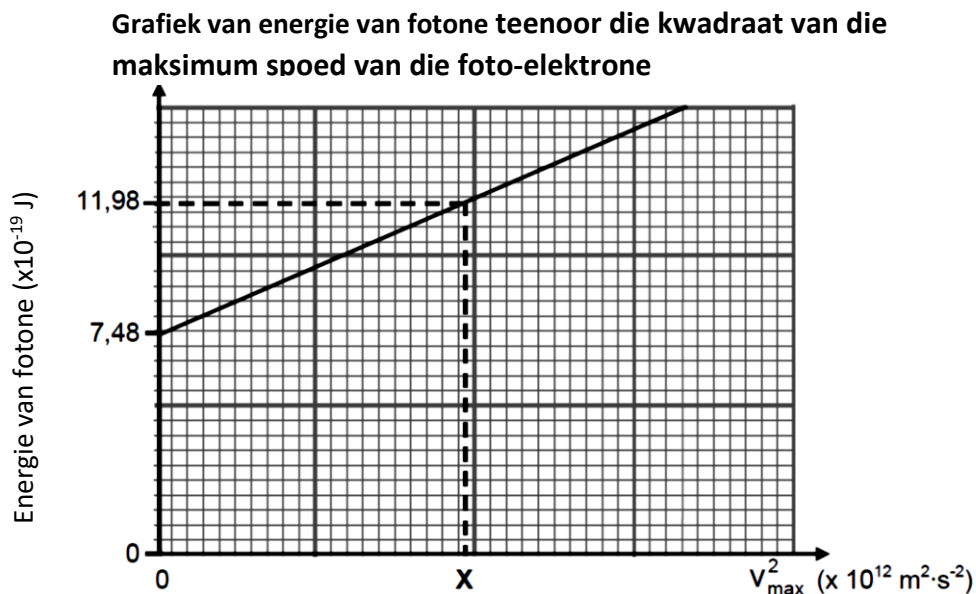
2.5 Die golflengte van blou lig word as 475 nm gegee. Wanneer hierdie blou lig op 'n sekere metaaloppervlak geskyn word, is die maksimum snelheid van die vrygestelde elektrone  $2,77 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Bepaal watter metaal, uit die table hierbo, gebruik is. (6)

[16]

### VRAAG 3

Tydens 'n eksperiment word lig van verskillende frekwensies op 'n silwer katode van 'n fotosel geskyn en die ooreenstemmende maksimum spoed van die vrygestelde foto-elektrone word gemeet.

Die grafiek van die energie van die invallende fotone teenoor die kwadraat van die maksimum spoed van die vrygestelde foto-elektrone word hieronder getoon.



3.1 Definieer die term *foto-elektriese effek*. (2)

Gebruik die grafiek om die volgende vrae te beantwoord.

3.2 Skryf die waarde van die werkfunksie van silwer neer. Gebruik 'n relevante vergelyking om die antwoord te staaf. (3)

3.3 Watter fisiese hoeveelheid kan uit die gradiënt van die grafiek bepaal word? (1)

3.4 Bereken die waarde van **X** soos op die grafiek getoon. (5)

Die eksperiment hierbo word nou herhaal met lig van hoër intensiteit.

3.5 Hoe sal ELKEEN van die volgende beïnvloed word?

Kies uit NEEM TOE, NEEM AF of BLY DIESELFDE.

3.5.1 Die gradiënt van die grafiek

(1)

3.5.2 Die aantal foto-elektrone wat per tydseenheid uitgestraal word

(1)

[13]

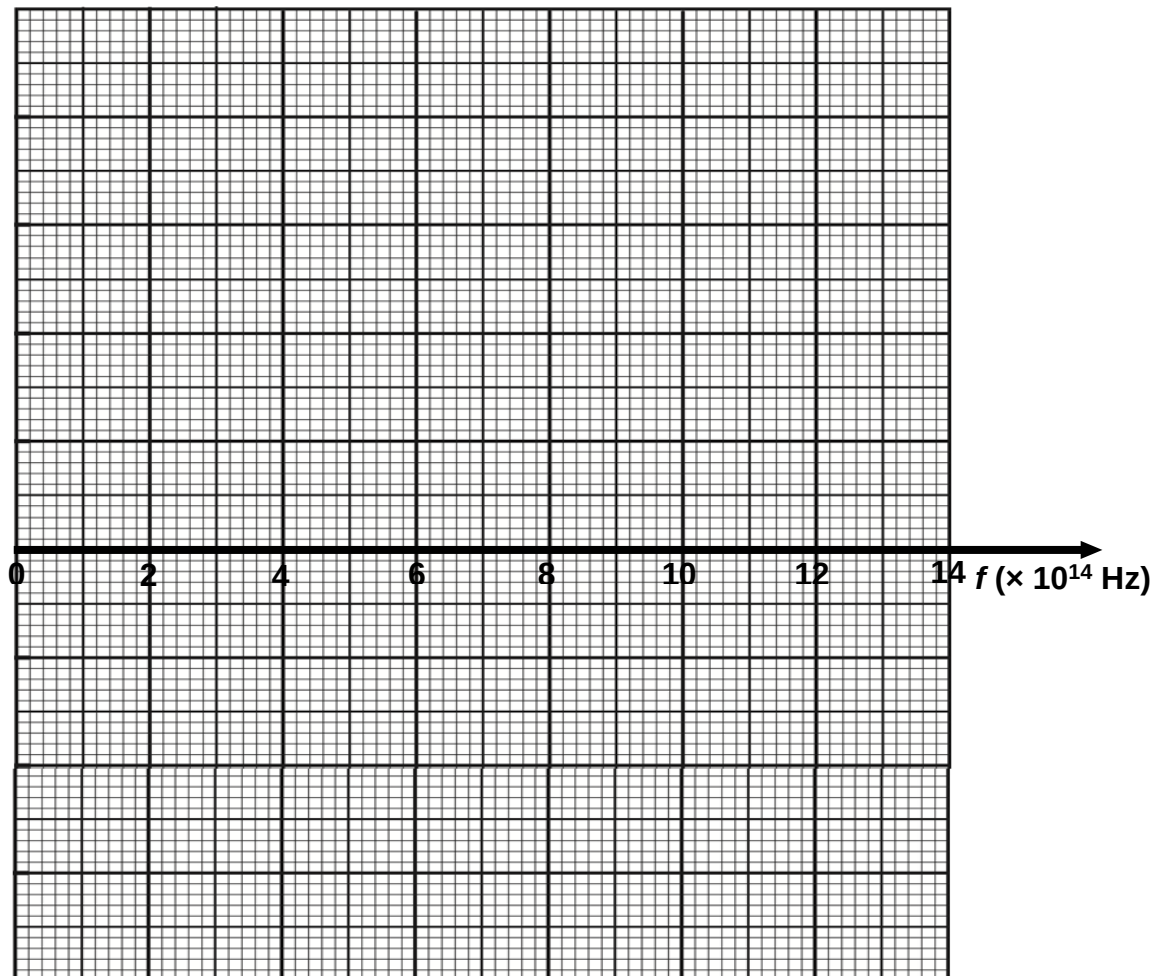
#### **AKTIWITEIT 4**

Lig van toenemende frekwensie word op 'n sesiumoppervlak geskyn en die maksimum kinetiese energie van die elektrone wat van die oppervlak uitgestoot word, word in die onderstaande tabel aangeteken.

| $f (\times 10^{14} \text{ Hz})$ | $E_{K(\text{maks})} (\times 10^{-19} \text{ J})$ |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| 5,6                             | 0,3                                              |
| 6,2                             | 0,8                                              |
| 7,8                             | 1,7                                              |
| 8,4                             | 2,3                                              |
| 10,0                            | 3,4                                              |
| 11,4                            | 4,2                                              |

4.1 Teken 'n grafiek van die maksimum kinetiese energie van die uitgestraalde elektrone (op y-as) teenoor die frekwensie van invallende lig (op x-as) op die grafiekpapier hieronder.

(6)



- 4.2 Definieer *drumpelfrekwensie*. (2)
- 4.3 Bepaal die drumpelfrekwensie van sesium met behulp van die grafiek wat in VRAAG 4.1 geteken is. (2)
- 4.4 Bepaal die gradiënt van die grafiek wat jy in VRAAG 4.1 geplot het. Sluit 'n eenheid by jou gradiënt in. (4)
- 4.5 Gebruik die foto-elektriese effekvergelyking en jou antwoord op VRAAG 4.4 om Planck se konstante te bereken. (2)
- 4.6 Noem watter hoeveelheid bepaal kan word uit die y-as afsnit van die grafiek wat in VRAAG 4.1 geplot is. (2)
- [18]

## BIBLIOGRAFIE

Departement van Basiese Onderwys 2013-2022. Die Kurrikulumassessering en Beleidsverklaring Nasionale en Provinsiale vrae.

Departement van Basiese Onderwys 2021. Die Kurrikulumassessering en Beleidsverklaring eksamenriglyn. Pretoria: Regeringsdrukkerye.

<https://www.siyavula.com/read/science/grade-12/organic-molecules>

Leergids Fisiese Wetenskappe Organiese molekules ontwikkel deur die Vrystaat-provinsie, JENN Training and Consultancy en die Universiteit van die Vrystaat.

Nasionale Senior Sertifikaat, 2016 – 2022 diagnostiese verslae. Pretoria: Regeringsdrukkerye.