INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
INLEIDING	1
ORGANIESE CHEMIE	1
Vraag 1 -	1
Interpretasie van ‘n grafiek	2
Homoloë reeks	4
Intermolekulêre kragte	5
ENERGIE EN CHEMIESE VERANDERING	7
Vraag 2 -	7
Analiese en Interpretasie van ‘n Reaksie Energie Diagram	7
Vraag 3 -	10
Interpretasie van ‘n Maxwell-Boltzmann distribusie kurwe	11
CHEMIESE KINETIKA	15
Vraag 4 -	15
Balanseer van ‘n vergelyking	16
Omgewingsake	18
Katalitiese omskakelaars	19

Inleiding

Aan die Leerder:

In chemie is daar baie dinge wat eenvoudig geleer moet word. Dikwels verstaan ‘n mens eers die werk nadat die definisies, name, simbole en beskrywings van die basies beginsels geleer is.

In hierdie gids word dinge wat aangeleer moet word, genoem wanneer die vrae beantwoord word.

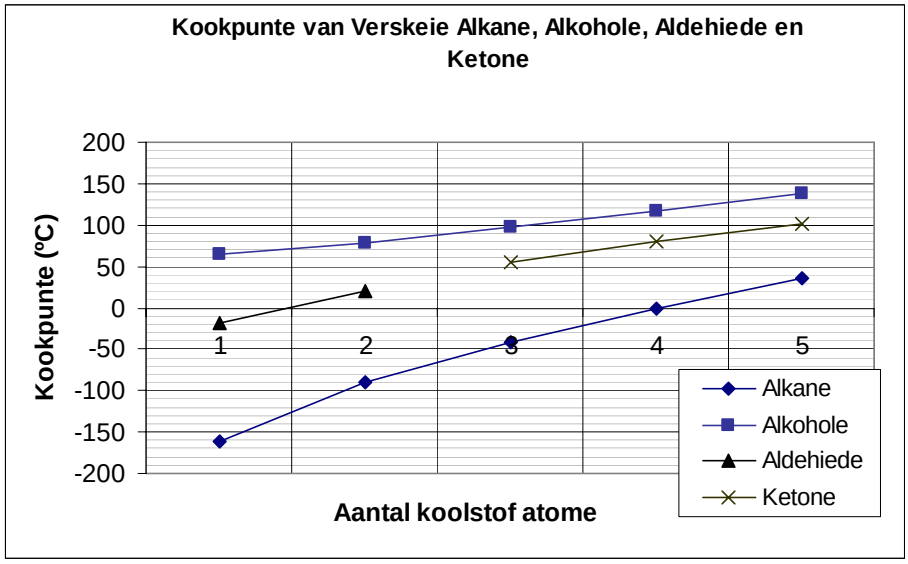
Die toegelate spasie in hierdie studiegids is te min om alle aspekte van chemie te dek. Hopelik sal jy, leer hoe om probleme in chemie te benader, en hoe om te redeneer sodat jy by die regte antwoord uitkom wanneer jy deur hierdie studiegids lees en deur die vrae werk. Gewoonlik wanneer ‘n mens die werk begin verstaan geniet mens ook die beantwoording van die vrae. Jy kan dan dieselfde studie metodes aanwend wanneer jy dele van chemie wat nie deur die studiegids behandel word nie, bestudeer.

Die metode wat in die studiegids gevolg sal word is om na verskeie vrae te kyk, en dan aan te toon hoe om die probleme op te los. As jy dan geleer het hoe om in chemie te dink en te redeneer, kan jy dieselfde tegnieke van probleemoplossing gebruik vir ‘n verskeidenheid ander probleme.

Organiese Chemie

Vraag 1

Die grafiek dui die kookpunte van ‘n paar alkane, alkohole, aldehiede en ketone aan.



Verskillende vrae kan gevra word. Byvoorbeeld:

(a) Verduidelik waarom die kookpunte verhoog wanneer die aantal koolstof atome vermeerder vir (i) die alkane, (ii) die aldehiede en ketone en (iii) die alkohole.

(b) Verduidelik die verskil in kookpunte vir die verskillende homoloë reekse. Verwys na die aantal koolstof atome en die invloed van die intermolekulêre kragte in jou antwoord.

Wanneer jy vrae kry wat oor 'n grafiek handel, ontleed die grafiek vinnig, dog deeglik (d.w.s maak seker jy verstaan wat die grafiek uitbeeld)

- Die x-as dui die **aantal koolstof atome** aan. Die syfers 1 tot 5 is net bokant die -50 ºC lyn op die grafiek en nie onderaan die grafiek op die x-as nie
- Die y-as dui die **kookpunte** aan, bv. Vir een koolstof atom op die alkane se lyn (-♦-) is die kookpunt om en by -160 ºC, en die kookpunt vir die ketoon (-x-) met drie koolstof atome is net meer as 50 ºC.
- Let op dat die lyn-grafiek 'n positiewe helling het, waargeneem uit die effense opwaartse buiging. 'n positiewe helling beteken dat die waardes op die y-as vermeerder soos wat die x-as waardes ook vermeerder.

Ontleed nou die problem (d.w.s. maak seker jy verstaan wat gevra word)

Kom ons ontleed die eerste vraag. (maak seker jy verstaan die betekenis van al die woorde in die vraag)

Verduidelik waarom die kookpunte verhoog met 'n vermeerdering van koolstof atome in die geval van die alkane. (natuurlik is die vraag heel anders, alhoewel die redenasie eenders sou wees, indien die woord "alkane" met "aldehiede", "ketone" of "alkohole" vervang sou word).

Jy moet weet (omdat jy dit reeds geleer het!) dat alkane die algemene formule, C_nH_{2n+2}, het. Jy behoort dus die formule van die verskillende alkane te kan kry. (sien Tabel 1 aan die einde van hierdie vraag).

'n *"Vermeerdering in die aantal koolstof atome"* beteken dat jy 'n alkaan met een koolstof atoom (CH_4), dan 'n alkaan met twee koolstof atome (CH_3CH_3 or C_2H_6), dan 'n alkaan met drie koolstof atome ($CH_3CH_2CH_3$ or C_3H_8) en so aan, sal hê. (Jy behoort ook te weet hoe om hierdie verbindings te benoem!).

'n *"Verhoging in kookpunte"* beteken dat die kookpunt raak al hoër of dat die kookpunt van die eerste een laer is as dié van die volgende een wat laer is as dié van die volgende een, en so aan.

So wat vra die vraag nou eintlik?

Die vraag vra jou om te verduidelik waarom die kookpunt van ‘n alkaan met een koolstof atoom, minder is as die kookpunt van ‘n alkaan met twee koolstof atome, wat minder is as die kookpunt van ‘n alkaan met drie koolstof atome ensovoorts.

Die grafiek dui die volgende aan:

- *Die kookpunte (op die y-as) van die alkane lyn* (-♦-) *verhoog met ‘n toename in die aantal koolstof atome (op die x-as). Die kookpunte van die aldehiede* (-■-)*, ketone* (-x-) *en alkohole* (-●-) *word ook hoër soos wat die aantal koolstof atome toeneem.*

Kom ons ontleed die volgende vraag. (Maak seker jy verstaan al die woorde).

Verduidelik die verskil in kookpunte vir die verskillende homoloë reekse. Verwys na die aantal koolstof atome en die invloed van die intermolekulêre kragte in jou antwoord.

Homoloë reeks verwys na die familie, d.w.s. alkane, aldehiede, ketone of alkohole. (jy behoort hierdie te leer).

Intermolekulêre kragte verwys na die kragte tussen verskillende molekules. (Pasop om “intermolekulêr” nie met “intramolekulêr” te verwar nie. Vir die woord “intermolekulêr” dink aan die internet, -‘n netwerk wat die hele wêreld se rekenaars aan mekaar koppel, soos wat intermolekulêre kragte na kragte (of bindings) tussen molekules verwys. Intramolekulêre kragte verwys egter na die kragte binne in een molekule tussen die atome waaruit die molekule bestaan. So verwys binneaars na wat in ‘n persoon se liggaam gebeur. In Engels word “binneaars” “intraveneous” genoem.

So wat vra die vraag nou eintlik?

Hoekom verskil die kookpunt van die alkohol met een koolstof atoom van die kookpunt van die alkaan met een koolstof atoom, en hoekom verskil beide bogenoemde se kookpunte van die kookpunt van ‘n aldehied met een koolstof atoom? (Wat veroorsaak hierdie verskil, wat is die rede vir die verskil?) Hoekom verskil die kookpunt van die alkohol met twee koolstof atome van die kookpunt van die alkaan met twee koolstof atome, en hoekom verskil beide bogenoemde se kookpunte van die kookpunt van ‘n aldehied met twee koolstof atome, ensovoorts.

Vanaf die grafiek sien ons die volgende

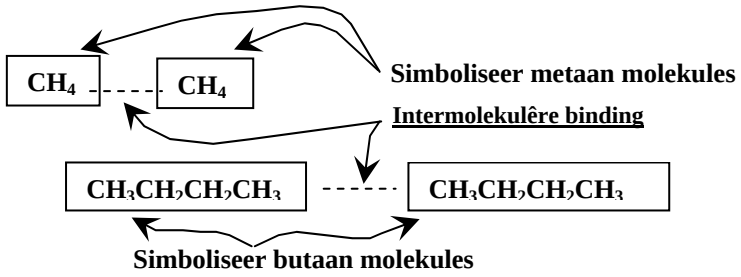
- *Die kookpunte van die alkane is laer as die kookpunte van die aldehiede en ketone met dieselfde aantal koolstof atome, terwyl die kookpunte van die alkohole met dieselfde aantal koolstof atome hoër is as die alkane, ketone en aldehiede s’n.*

(hierdie kan gesien word omdet die onderste lyn op die gtafiek die alkane se lyn is en die boonste lyn die alkohole s'n is).

Die grafiek is dus slegs 'n manier om die verandering in kookpunte van die verskillende homoloë reekse aan te dui. **Die antwoord van hierdie vrae is egter êrens anders, maar waar?**

Die tweede vraag gee jou 'n wenk waar om die antwoord te kry wanneer dit na die *"invloed van die intermolekulêre kragte"* verwys. Daarom sal jy in jou antwoord melding moet maak van die intermolekulêre kragte van hierdie stowwe. Begin daarmee!
Wat weet jy reeds van die intermolekulêre kragte van hierdie molekules?

Die alkane is nie-polêr. Tussen twee eenderse alkaan molekules vorm daar **geïnduseerde dipool-dipool bindings**. Een van die kragte wat eenderse molekules saambind staan bekend as **Van der Waals** kragte.



Hoe weet ons hoe sterk hierdie kragte is?
Die kookpunt van 'n stof is 'n aanduiding van hoe sterk die intermolekulêre bindings is wat die molekules van dieselfde soort by mekaar hou. Hoe makliker dit is om die bindings te breek, hoe laer is die kookpunt.
Hoe meer koolstof atome daar in 'n alkaan molekule is, hoe groter is die geleentheid vir geïnduseerde dipool-dipool "bindings" om te vorm, wat beteken dat meer energie nodig is om die "bindings" te breek. Meer energie beteken dat die stof 'n hoër kookpunt bereik voor die molekules van mekaar wegbreek om in die gas fase in te gaan of, in gewone taal,-voor die stof 'kook'.

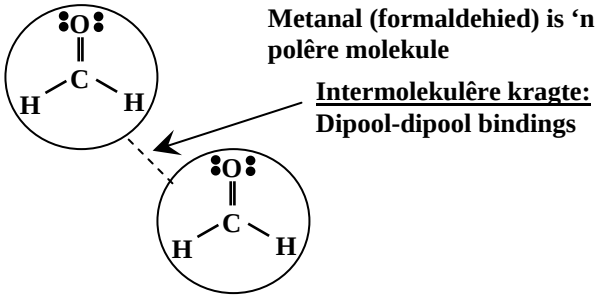
Antwoord op Vraag 1 (a)
Swak Van der Waals kragte is verantwoordelik vir die intermolekulêre bindings wat tussen alkaan molekules vorm.

Die intermolekulêre bindings tussen alkaan molekules met net een koolstof atoom is swakker as die bindings tussen alkane met meer as een koolstof atoom. Hierdie kan afgelei word omdat die kookpunte van die alkane verhoog met 'n toename in die aantal koolstof atome.

Wanneer vraag 1 (ii) en (iii) beantwoord word (waar alkane met aldehiede of ketone en alkohole vervang word), word Vraag 1 (b) indirek ook beantwoord. Verwys in die antwoord na die tipe binding en die intermolekulêre kragte wat die aldehiede (ketone of alkohole) aan mekaar hou.

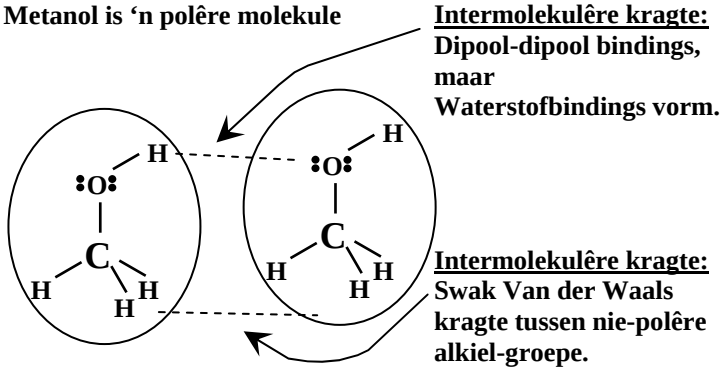
Antwoord op Vraag 1b:

Dipool-dipool bindings by aldehiede en ketone vorm in die karboniel groepe (C=O). Hierdie bindings is sterker en benodig meer energie om te breek. Dit is om hierdie rede dat die kookpunte van aldehiede (met dieselfde aantal koolstof atome as die alkane) hoër is.



Antwoord van Vraag 1c:

Die bindings by alkohole is soortgelyk aan die van die aldehiede. Die intermolekulêre kragte tussen alkohol molekules is sterk waterstof bindings wat gewoonlik sterker is as die algemene dipool-dipool bindings.



Daarom sal die kookpunte van 'n alkohol (met dieselfde aantal koolstof atome as die ooreenstemmende alkaan of aldehied) hoër wees.

Antwoord op Vraag 1 (b):

Geïnduseerde dipool-dipool bindings (in alkane) is swakker as dipool-dipool bindings (in aldehiede en ketone) wat nog swakker is as waterstof bindings (in alkohole) en daarom sal die kookpunte van alkane laer wees as dié van aldehiede en ketone, wat weer laer kookpunte as alkohole sal hê met dieselfde aantal koolstof atome. 'n Toename in die lengte van die kettings (d.w.s. meer koolstof

atome) sal meer bindings plekke toelaat en dus ‘n groter algehele krag tot gevolg hê wat die kookpunte sal verhoog omdat meer energie nodig is om die bindings te breek.

Iets om oor te dink:

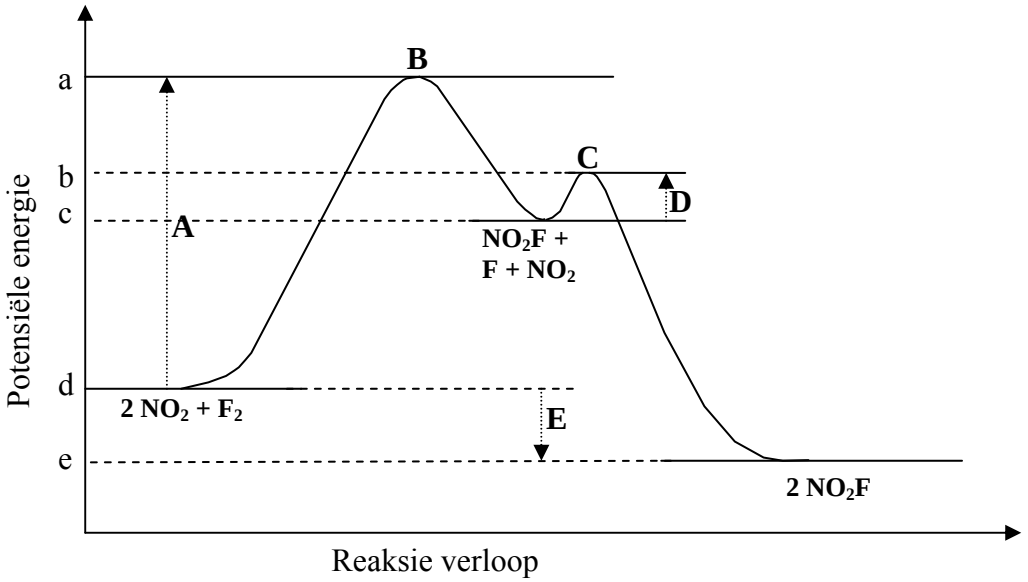
Die grafiek in die vraag kon vervang word met ‘n tabel soortgelyk aan Tabel 1 (hier onder). Hulle kon jou dan gevra het om ’n grafiek te trek en dan die vrae te antwoord. Dieselfde kennis is nodig om die vrae te beantwoord, maak nie saak hoe hulle die vrae stel nie. Meeste van hierdie kennis in Organiese chemie moet eenvoudig net geleer word!

Table 1.		Boiling points (°C) of some alkanes, alcohols, aldehydes and ketones							
		Alkanes		Alcohols		Aldehydes		Ketones	
Number of carbon atoms	1	CH_4	-162	CH_3OH	65	HCHO	-19		
	2	C_2H_6	-89	CH_3CH_2OH	79	CH_3CHO	20		
	3	C_3H_8	-42	$CH_3CH_2CH_2OH$	97			CH_3COCH_3	56
	4	C_4H_{10}	-0.5	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	117			$CH_3CH_2COCH_3$	80
	5	C_5H_{12}	36	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	138			$CH_3CH_2COCH_2CH_3$	102

Energie en Chemiese verandering

Vraag 2

Beantwoord die volgende vrae wat oor die gegewe grafiek handel:



2.1 Gee die betekenisse van A, B, C, D en E.

2.2 Gee die algehele (volledige) reaksie.

2.3 Hoeveel stappe het die reaksie?

2.4 Watse tipe entalpie verandering ondergaan die voorwaartse reaksie? Verduidelik.

Eerstens moet jy die diagram ontleed en interpreteer:

- Hierdie is ‘n ‘Reaksie Energie diagram’, wat beteken dat dit uitbeeld hoe energie deur die verloop van ‘n reaksie verander.
- Die y-as dui die potensiële energie aan.
- Die x-as dui die verloop van die reaksie aan, maar waar is die reaksie?
- Die grafiek begin by energie ‘d’ en die ‘reaktante’ is ook daar te kry nl. $2NO_2 + F_2$.
- Die grafiek eindig op energie ‘e’ en daar kry jy ook die ‘produkte’ nl. $2\ NO_2F$.
- Dus is die algehele reaksie: $2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F$
- Die energie waarmee die reaksie eindig, nl. ‘e’, kan ook uitgedruk word as $E_{produkte}$ en is vir hierdie voorbeeld laer in waarde as die energie waarmee die reaksie begin het, nl. ‘d’ (wat ook as $E_{reaktante}$ bekend staan).
- Wanneer $E_{produkte} < E_{reaktante}$ dan is energie vrygestel gedurende die verloop van die reaksie (energie word uit die sisteem afgegee na die omgewing), die pyl (E) dui aan dat energie vrygestel is omdat dit afwaarts wys.
- Vir die voorwaartse reaksie is $\Delta H = E_{produkte} - E_{reaktante}$ = (waarde by ‘e’) – (waarde by ‘d’) < 0, dus is die entalpie verandering $\Delta H < 0$. Ons sê die reaksie is eksotermies. So ‘n reaksie kan soos volg uitegdruk word:

  $2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F$ + energie
- Of $2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F \quad \Delta H < 0$
- Of $2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F \quad \Delta H = -$

  } Almal dui ‘n ‘eksotermiese reaksie’ aan
- Die grafiek het twee pieke (maksimum punte), een by B en een by C. Dit beteken dat:
  - daar twee oorgangstoestande is
  - daar twee tussenprodukte gedurende die reaksie gevorm is,
  - die reaksie in twee stappe plaasgevind het.

  Die eerste voorgestelde tussenproduk (of produk van die eerste stap) kry ons by energie ‘c’. Verder kry ons ook by ‘c’ die reaktante vir die tweede stap, naamlik:

$NO_2 + F_2 \longrightarrow NO_2F + F$ (Voorgestelde reaksie vir stap 1)

Reaktante aan die begin by energie ‘d’ — Stowwe by energie ‘c’(na ‘n reaksie plaasgevind het).

$NO_2 + F \longrightarrow NO_2F$ (Voorgestelde reaksie vir stap 2)

Reaktante soos aangedui by energie ‘c’ — Produkte by energie ‘e’

Let daarop dat beide die reaksies gebalanseerd is.

Wanneer hierdie twee reaksies saam gevoeg word kanselleer die F atome aan beide kante uit en ons kry: $NO_2 + NO_2 + F_2 \rightarrow NO_2F + NO_2F$ (algehele reaksie) en dan deur soortgelyke verbindings saam te tel, kry ons: $2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F$

- Die energie waardes by 'a' en by 'b' dui aan tot waar die energie moes verhoog om die eerste stap (van 'd' na 'a') te laat plaasvind en ook tot waar die energie moes verhoog om die tweede stap (van 'c' na 'b') te laat plaasvind.
- Die energie benodig om die reaksie te laat plaasvind word deur A aangedui en het die waarde van ('a' – 'd'). Dit word $E_{aktevering}$(stap 1) genoem. Die pyl by 'A' wys opwaarts, want die energie was nodig (energie word uit die omgewing onttrek en in die sisteem gebruik wat gesien word aan die verhooging in die energie waarde).
- Die energie wat nodig is vir stap 2 om plaas te vind word aangedui deur 'D' en het die waarde van ('b' – 'c'). Dit word $E_{aktevering}$(stap 2) genoem. Die pyl by 'D' wys opwaarts, want energie is nodig (energie word uit die omgewing onttrek in die sisteem in).

Nou kan ons die vrae begin beantwoord.

<u>Antwoorde:</u>

2.1 Gee die betekenis van A, B, C, D, en E.

A – Aktiveringsenergie vir die eerste stap en dit het die (positiewe) waarde 'a' – 'd'.
B – Eerste geaktiveerde tussenproduk.
C – Tweede geaktiveerde tussenproduk.
D – Aktiveringsenergie vir die tweede stap en dit het 'n (negatiewe) waarde van 'b' – 'c'.
E – Die algehele energie verandering of verandering in entalpie en het 'n waarde van 'e' –'d', ('n negatiewe waarde), dus $\Delta H < 0$, wat aandui dat dit 'n eksotermiese reaksie is.

2.2 Gee die algehele reaksie

$2\ NO_2 + F_2 \rightarrow 2\ NO_2F \qquad \Delta H < 0$

2.3 Hoeveel stappe het die reaksie?

Twee pieke (maksimum punte) B en C dui aan dat hierdie 'n reaksie met twee stappe is.

Stap een begin by energie ‘d’ op die grafiek (met die reaktante: 2 NO_2 + F_2), en dan deur die aktiveringsenergie (A) by te voeg word die geaktiveerde tussenproduk (soms geaktiveerde kompleks genoem) by B gevorm. Die reaksie verloop dan verder totdat dit by energie ‘c’ kom met die produkte van die stap aangedui as: **NO_2F + F**

Stap twee begin by energie ‘c’ (met die aangeduide reaktante as: **F en NO_2** waar F tevore deel gevorm het van die produkte van stap een), waarna die energie verhoog word (sien ‘D’). Die volgende geaktiveerde tussenproduk vorm by C en die reaksie verloop verder om die produkte van stap 2 te vorm (die uiteindelike produkte: 2 NO_2F) by ‘n energie waarde van ‘e’.

2.4 Watter tipe entalpie verandering word deur die voorwaartse reaksie ondergaan? Verduidelik.

$\Delta H = E_{Products} - E_{Reactants}$ = ‘e’ – ‘d’ < 0

Die voorwaartse reaksie is ‘n eksotermiese reaksie, want die finale energie (by ‘e’) is laer as die aanvanklike energie (by ‘d’), dus het energie uit die sisteem gevloei na die omgewing.

Vir interessantheid: Die entalpie verandering wat in stap een ondergaan word is endotermies, dit begin by ‘d’ en eindig by ‘c’. Die formule: $\Delta H_{stap\ een} = (E_{Produkte} - E_{Reaktanes})_{stap\ een}$ = ‘d’ – ‘c’ > 0. Die entalpie verandering vir die tweede stap is eksotermies, sodat die uiteindelike energie verandering vir die reaksie eksotermies is.

Vraag 3

Verwys na Diagram 3.1, en beantwoord dan die volgende vrae:

(a) Watter entalpie verandering ondergaan die voorwaartse reaksie? Verduidelik.

(b) Watter entalpie verandering ondergaan die terugwaartse reaksie? Verduidelik.

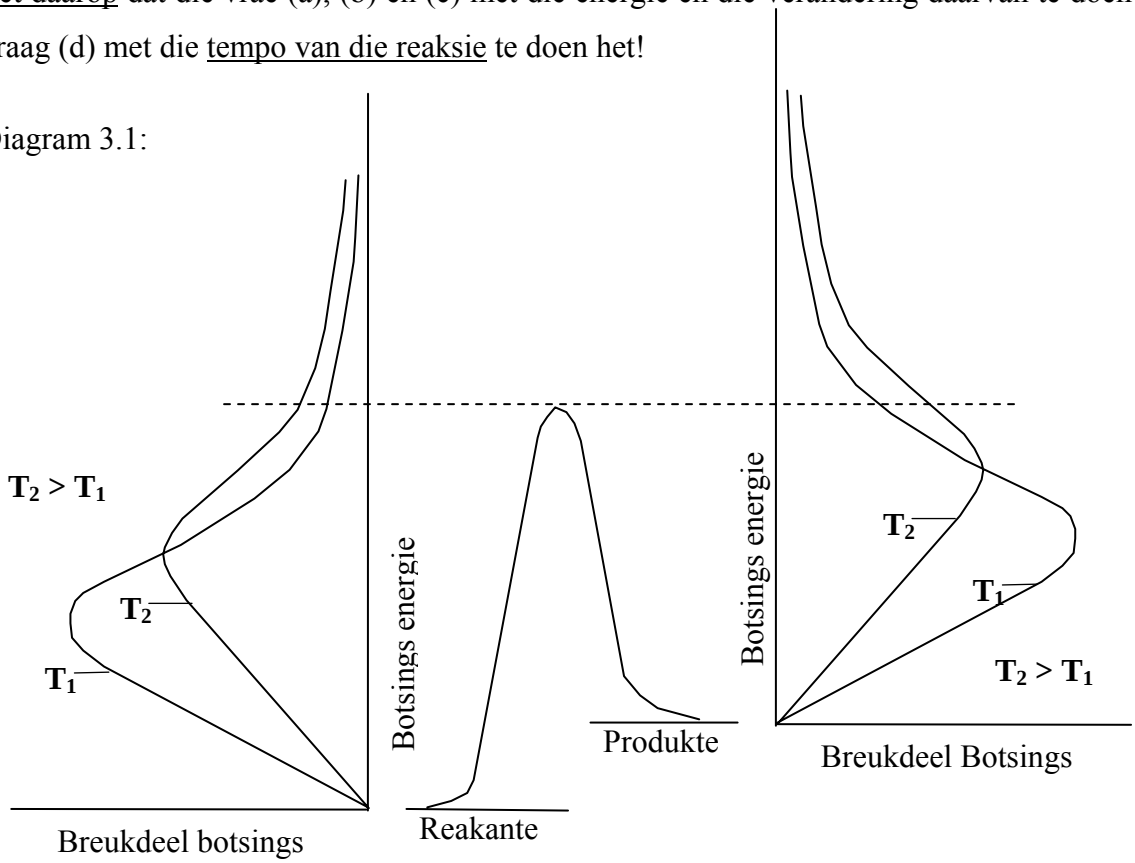
(c) Wat beteken die stippel lyn?

(d) Deur te verwys na die botsingsteorie, bespreek die effek van die verhoogde temperatuur op die tempo van die voorwaartse en terugwaartse reaksie.

Let wel: insake die “verduidelik” in vraag (a) en (b) – onthou om wel in jou antwoord te verduidelik!
Let wel: insake die “en” in vraag (d) – onthou om ‘n antwoord vir beide die voorwaartse en terugwaartse reaksie te gee!
Om te onthou wat die vraag vra is deel van die assesering!

Let daarop dat die vrae (a), (b) en (c) met die energie en die verandering daarvan te doen het, terwyl vraag (d) met die tempo van die reaksie te doen het!

Diagram 3.1:

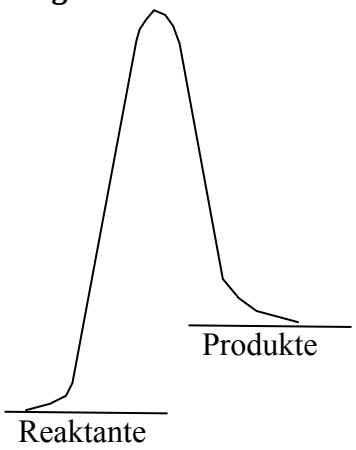


Let daarop dat Diagram 3.1 ‘n kombinasie van die Reaksie Energie diagram **(Diagram 3.2)** en die **Maxwell-Boltzmann verspreiding grafiek** vir dieselfde reaksie is.

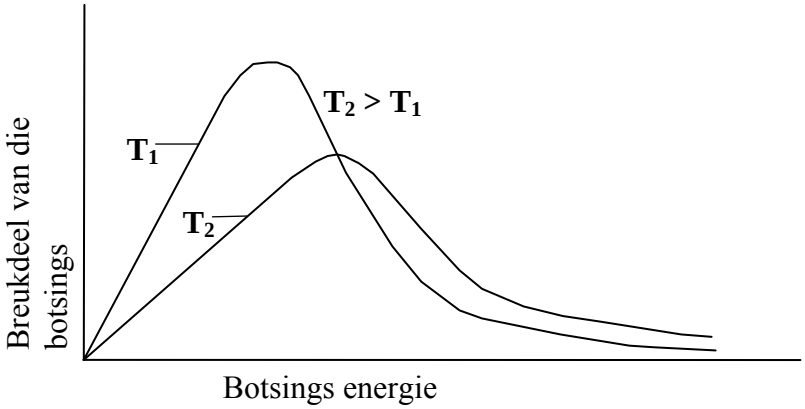
Diagram 3.2 is ‘n energie vlak diagram vir ‘n omkeerbare reaksie:

Reaktante → Produkte (voorwaarte reaksie)
Produkte → Reaktante (terugwaartse reaksie)

Diagram 3.2:



Die **Maxwell-Boltzmann verspreiding grafiek** vir dieselfde reaksie by verskillende temperature word hieronder gegee:

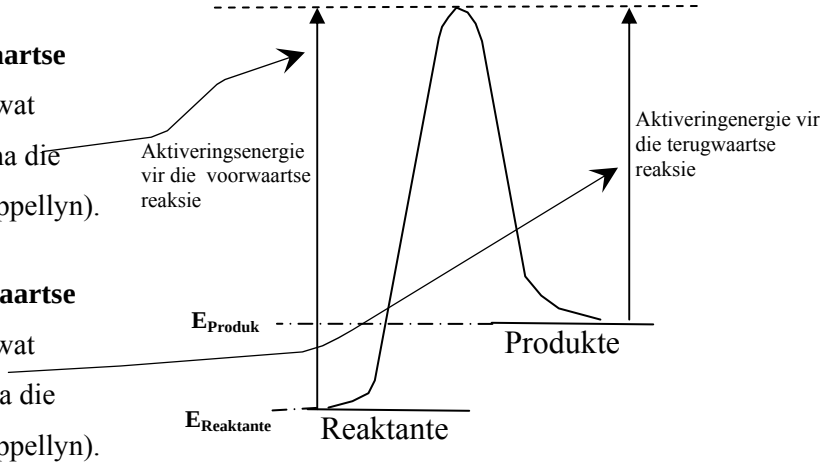


Jy moet eers die verskillende diagramme ontleed en interpreteer:

- Diagram 3.2 is ‘n eenvoudige Reaksie Energie diagram, dit beteken dat dit aandui hoe die energie gedurende ‘n reaksie verander. Dit toon nie die verskillende asse nie, maar jy behoort te weet dat die y-as die potensiële energie aandui en die x-as die verloop van die reaksie vir die voorwaartse reaksie aandui.
- Vir die voorwaartse reaksie is: $E_{Reaktante} < E_{Produkte}$, dit beteken dat $\Delta H = E_{Produkte} - E_{Reaktante} > 0$.
- $\Delta H > 0$ of $\Delta H = +$ is ‘n aanduiding dat ‘n reaksie endotermies is (Die voorwaartse reaksie is endotermies, maar die terugwaartse reaksie (Produkte → Reaktante) is ‘n eksotermiese reaksie.

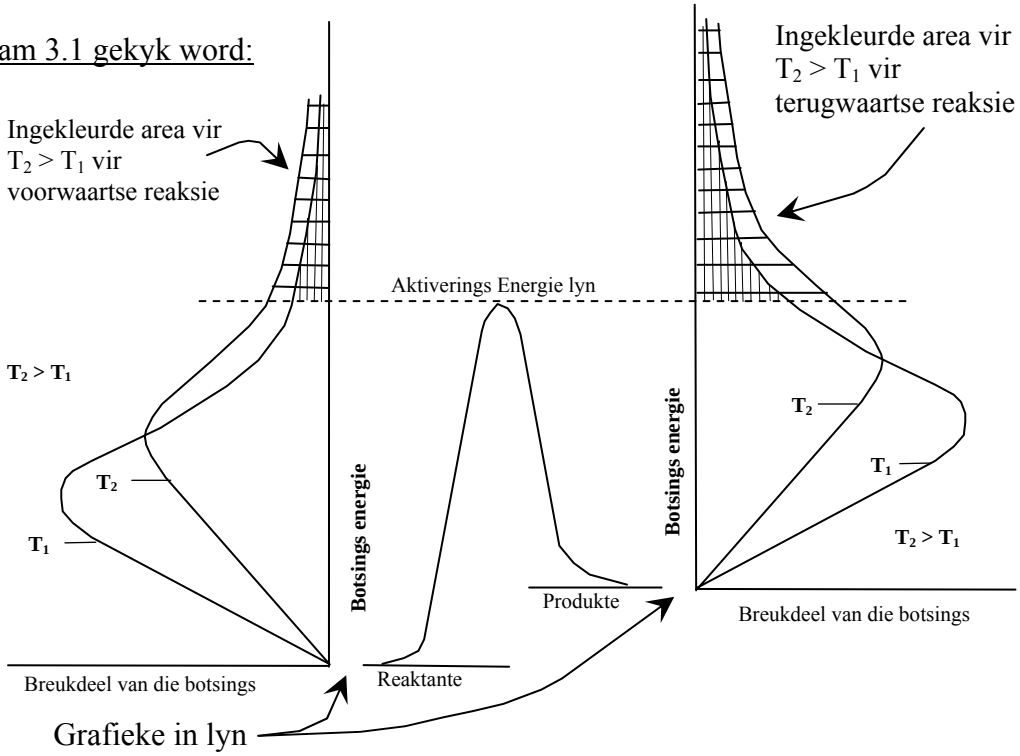
- Die aktiveringsenergie vir die **voorwaartse** reaksie word bepaal deur die energie wat benodig word om van die **reaktante** na die bopunt van die grafiek te kom (die stippellyn).

- Die aktiveringsenergie vir die **terugwaartse** reaksie word bepaal deur die energie wat benodig word om van die **produkte** na die bopunt van die grafiek te kom (die stippellyn).



So in beide gevalle is die stippel lyn ‘n aanduiding van die aktiverings energie, E_a.

As na diagram 3.1 gekyk word:



- Let daarop dat die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek links van die Reaksie Energie diagram (diagram 3.2) deur 90º gedraai is in ‘n anti-kloksgewyse rigting, en aan die regterkant is ‘n Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek wat horisontaal gereflekteer is.
- Let verder op (vir diagram 3.1) dat die y-as van die Maxwell-Boltzmann grafiek (of die begin punt van die x-as) gelyk geplaas is met die Reaksie Energie diagram se ‘reaktante energie’ lyn (wat ook die beginpunt van die voorwaartse reaksie is).

  Let ook op dat die stippellyn (aktiveringsenergie lyn) ‘n deel van die Maxwell-Boltzmann grafiek sny.
- Let op dat die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek aan die regterkant van die Reaksie Energie diagram horisontaal gereflekteer is en dat die y-as (of die begin van die x-as) van die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek gelyk geplaas is met die ‘produkte energie’ lyn (wat ook die beginpunt van die terugwaartse reaksie is).

  Let op dat die stippellyn (aktiveringsenergie lyn) ‘n deel van die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek sny.
- ‘n Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek is ‘n spesiale tipe grafiek. Dit wys nie net die breukdeel van botsings en die botsings energie (of kinetiese energie van die deeltjies) op die ander as aan nie, maar die oppervlakte onder die grafiek stel die totale aantal deeltjies wat in die reaksie betrokke is voor. Daar het nie van hierdie deetjies ontsnap of bygekom gedurende die verloop van die reaksie nie. Die gegewe Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek wys dat die temperatuur verhoog is van T_1 na T_2. Let op na wat gebeur het: die maksimum van T_2 is meer afgeplat (op die y-as), maar omdat daar steeds dieselfde aantal deeltjies onder die grafiek is , is hulle verder en platter versprei oor die x-as. Dit beteken dat daar nou meer deeltjies is wat ‘n hoër botsings energie (by die einde van die kurwe) het. Hierdie kan afgelei word omdat die T_2 grafiek bokant die T_1 grafiek is by die eindpunt van die kurwe.
- Dit is baie belangrik dat die aktiveringsenergie lyn (stippellyn) die aktiveringsenergie lyn bly, al sny dit die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek. Die lyn dui daarop dat net dié deeltjies wat bo daardie lyn lê (die ingekleurde gedeelte) die regte hoeveelheid botsings orientasie en energie het om suksesvol produkte te kan vorm.
- Let op wat verander het toe die temperatuur verhoog is: daar is ‘n groter gedeelte van die Maxwell-Boltzmann verspreidings grafiek bo die stippellyn (vir beide Maxwell-Boltzmann verspreidings grafieke) vir T_2 as wat daar is vir die grafiek van T_1. Dit kan gesien word omdat die area wat so ‘≡≡≡’ingekleur is, groter is as die area wat so ‘‖‖’ ingekleur is. Hierdie is belangrik want ‘n groter area op die stippellyn beteken dat meer deeltjies die regte botsings energie het.

Dus neem meer deeltjies aan die reaksie deel wanneer die temperatuur verhoog word na T_2, wat meer suksesvolle botsings tot gevolg het.

Beantwoord nou die vrae:

(a) Watter tipe entalpie verandering word ondergaan in die voorwaartse reaksie? Verduidelik.

Die voorwaartse reaksie is 'n endotermiese reaksie, want $\Delta H = E_{Produkte} - E_{Reaktante} > 0$.

(b) Watter tipe entalpie verandering ondergaan die terugwaartse reaksie? Verduidelik.

Die terugwaartse reaksie is eksotermies.

Vir die terugwaartse reaksie word die produkte van die voorwaartse reaksie die reaktante van die terugwaartse reaksie. (die reaksie gaan mos terug!) en die reaktante van die voorwaartse reaksie word die produkte van die terugwaartse reaksie.

Sodat die algemene formule: $\Delta H = E_{Produkte} - E_{Reaktante}$ die volgende word:

$$= E_{\text{Produkte nou verander na Reagense}} - E_{\text{Reakgense nou verander na Produkte}}$$

< 0. (wat 'n eksotermiese reaksie aandui.)

(c) Wat beteken die stippellyn?

Die stippellyn dui die energie wat benodig word vir die reaksie om te verloop aan (of die reaksie nou vorentoe of terug verloop).Hierdie energie staan as die 'aktiveringsenergie' bekend.

(d) Deur te verwys na die botsingsteorie, bespreek die effek van die verhoogde temperatuur op die tempo van die voorwaartse en terugwaartse reaksie. (Neem kennis dat hierdie vraag eintlik met die chemiese kinetika en nie so baie met die energie van die reaksie te doen het nie.)

Eers wanneer effektiewe botsings plaasvind, vind 'n reaksie plaas. Vir 'n suksesvolle botsing om plaas te vind moet deeltjies 'n hoër energie as die aktiveringsenergie hê. By 'n hoër temperatuur sal meer deeltjies 'n energie hoër as die aktiveringsenergie hê (omdat temperatuur 'n maatstaf van die gemiddelde kinetiese energie is) en daarom sal daar meer effektiewe botsings wees. (die ingekleurde area van die grafiek gee 'n aanduiding van die deeltjies wat 'n hoër energie as die aktiverings energie het.). Daar is meer deeltjies met genoeg energie by 'n hoër temperatuur *(gesien in die ingekleurde area (≡≡≡) van beide T_2 grafieke - voorwaartse en terugwaartse reaksie - wat groter as die ingekleurde area (‖‖) vir die T_1 grafieke is.)* Die tempo van die reaksie word bepaal deur die aantal effektiewe botsings wat plaasvind. Deur die

aantal effektiewe botsings te vermeerder sal die tempo van die reaksie ook verhoog. Wanneer daar meer deeltjies met 'n hoër energie as die aktiveringsenergie is (T_2 se grafiek) sal die resultaat meer effektiewe botsings hê en die reaksie sal 'n verhoogde reaksie tempo hê.

Vraag 5

In die enjin van 'n motor vind daar 'n ontbrandings reaksie tussen petrol (C_8H_{18}) en die suurstof in die lug plaas. Maar by sulke hoë temperature reageer die stikstof en die suurstof ook en vorm stikstofmonoksied. (NO). Wanneer die tyddeling van die enjin nie presies reg is nie en die temperatuur waar die ontbranding moet plaasvind nie hoog genoeg is nie, vind daar onvoldoende verbranding plaas en onverbrande koolwaterstowwe en koolstofmonoksied vorm. Die meeste van die moderne motors het 'n twee-fase katalitiese omskakelaar. 'n Effektiewe katalitiese omskakellaar het twee hoof funksies: dit oksideer die CO en die onverbrande koolwaterstowwe na CO_2 en H_2O en dit reduseer die NO en NO_2 na N_2 en O_2.

Beantwoord die volgende vrae:

(a) Gee 'n gebalanseerde chemiese reaksie vergelyking vir die ontbranding van petrol en lug by 'n hoë temperatuur (dus voldoende verbranding) asook by 'n laer temperatuur (onvoldoende verbranding).

(b) Gee 'n gebalanseerde chemiese vergelyking vir die reaksie tussen suurstof en stikstof om stikstofmonoksied te vorm by 'n hoë temperatuur.

(c) Wat is koolwaterstowwe?

(d) Wat is so gevaarlik aan 'n motor se uitlaatgasse sodat die uitlaatpyp van 'n katalitiese omskakelaar voorsien moet word?

(e) Gee 'n kort beskrywing van hoe 'n twee fase katalitiese omskakelaar werk.

(f) Word 'n katalitiese omskakelaar as 'n homogene of 'n heterogene katalis beskou?

(g) Verduidelik wat bedoel word met:

  (i) "dit oksideer die CO en die onverbrande koolwaterstowwe na CO_2 en H_2O

  (ii) "dit reduseer die NO en NO_2 na N_2 en O_2".

Let op dat hierdie vraag 'n kombinasie van 'n bietjie organiese chemie, tempo van chemiese reaksies en elektrochemie is. Moenie dat dit jou pla nie. Ontleed die vraag soos gewoonlik en beantwoord dit dan.

Ontleed die vraag:

(a) Ontbranding beteken "om te brand", 'n ontbrandings reaksie is 'n reaksie waar iets brand.
In die vraag word drie sulke reaksies genoem:
(1) Die ontbranding van pertol in lug by 'n hoë temperatuur (voldoende ontbranding),
(2) Die ontbranding van petrol in lug by 'n lae temperatuur (onvoldoende ontbranding)
(3) Die reaksie tussen stikstof (in die lug) en die suurstof (in die lug) by hoë temperature.

Die reaktante word in al drie die reaksies genoem, maar wat van die produkte?
Behandel die vergelykings een op 'n slag:
(1) Toe jy organiese chemie geleer het moes jy eintlik van die ontbranding van alkane in suurstof geleer het! Is petrol 'n alkaan? Onthou dat die algemene formule vir alkane C_nH_{2n+2} is. So toets: $C_8H_{2(8)+2} = C_8H_{18}$, wat wys dat petrol wel 'n alkaan is.
Jy moes ook geleer het dat die voldoende ontbrandingsreaksie van 'n alkaan koolstofdioksied en water as produkte afgee, daarom sal die vergelyking soos volg lyk: $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.
Gaan voort om die vergelyking te balanseer. Aan die reaktante se kant het petrol 8 koolstof atome.

	Reaktante (Linkerkant)	Produkte (Regterkant)	
Vir koolstof	8 van C_8H_{18}	1 van CO_2	Dus maal die CO_2 met 8, dan sal daar ook 8 koolstof atome aan die produkte se kant wees
Nou het jy: $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow$ **8** $CO_2 + H_2O$			
Hoe weet jy watter element om volgende te balanseer? Let op dat waterstof aan beide kante met ander elemente verbind is. (aan C aan die reaktante se kant en aan O aan die produkte se kant), maar suurstof staan alleen aan die reaktante se kant. Dit sal daarom makliker wees om suurstof te balanseer, so los suurstof vir laaste.			
Vir waterstof	18 van C_8H_{18}	2 van H_2O	Maal H_2O met 9, dan sal daar ook 18 waterstof atome aan die produkte se kant wees.
Nou het jy: $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow$ **8** $CO_2 +$ **9** H_2O			
Vir suurstof	1 x 2 = 2 van O_2	(**8** x 2) + (**9**) = 25 van 8 CO_2 + 9 H_2O	Die 2 suurstof atome aan die reaktante se kant is aan mekaar vas, jy kan hulle nie skei nie. Vir 25 suurstof atome moet jy suurstof met $\frac{25}{2}$ maal, dit is met 12½
Nou het jy: $C_8H_{18} +$ **12½** $O_2 \rightarrow$ **8** $CO_2 +$ **9** H_2O			
Mag jy 'n "½" molekule hê? Ja, net solank as wat jy na die stoichiometriese koëffisiënt as mol verwys, want jy kan 'n halwe mol hê, maar dit sal makliker wees as jy eerder die ½ verwyder.Dit kan jy maklik doen deur elke stoichiometriese koëffisiënt met 2 te maal.			

Dan het jy: **2** C_8H_{18} + **25** O_2 → **16** CO_2 + **18** H_2O

Toets nou weer elke element se hoeveelheid aan beide kante! (Mors jy nou tyd? Nie as hierdie punte vir jou sal verdien nie!)

	Linkerkant (reaktante)	Regterkant (produkte)
Vir koolstof	2 x 8 = 16	16 x 1 = 16
Vir waterstof	2 x 18 = 36	18 x 2 = 36
Vir suurstof	25 x 2 = 50	(16 x 2) + (18 x 1) = 32 + 18 = 50

Vergelyking (1) *die ontbranding van petrol in lug by 'n hoë temperatuur (voldoende ontbranding),* is

2 C_8H_{18} + **25** O_2 → **16** CO_2 + **18** H_2O

(2) Die ontbrandings reaksie van petrol in lug by 'n laer temperatuur (onvoldoende ontbranding): Toe jy organiese chemie geleer het moes jy ook van die onvoldoende ontbranding van alkane geleer het! Onvoldoende ontbranding vind plaas wanneer daar nie genoeg suurstof is nie.

Bestudeer die vorige vergelyking: **2** C_8H_{18} + **25** O_2 → **16** CO_2 + **18** H_2O, as daar nie genoeg suurstof (aan die reaktante se kant) was nie, wat sou gebeur? Daar moet dan minder suurstof atome aan die produkte se kant wees. Hoe sou dit moontlik wees? Wel, in plaas van om CO_2 te vorm (waar twee suurstof atome teenwoordig is) sal daar nou slegs CO vorm (waar daar net een suurstof atoom teenwoordig is). Die basiese vergelyking waarop ons sal bou is:

C_8H_{18} + O_2 → CO + H_2O

Balanseer hierdie vergelyking op dieselfde manier as bo getoon: Balanseer eerste die koolstof atome, dan die waterstof atome en laastens die suurstof atome. Jou antwoord behoort die volgende te wees:

C_8H_{18} + **8½** O_2 → **8** CO + **9** H_2O

Maal weer die stoichiometriese koëffisiënte met 2 en kyk of jy die volgende kry:

2 C_8H_{18} + **17** O_2 → **16** CO + **18** H_2O

Let op dat jy net 17 mol suurstof molekules gebruik het (of 17 O_2 molekules) vir hierdie reaksie (reaksie (2)) in vergelyking met die 25 mol (of 25 molekules) van reaksie (1)! (Wanneer jy die koëffisiënte as mol lees moet jy dit vir die hele reaksie so doen, of as jy die reaksie in molekules/atome lees moet jy dit so doen vir die hele reaksie – moenie die twee begrippe meng nie!)

(3) Die reaksie tussen stikstof (in die lug) en die suurstof (in die lug) by hoë temperature. Weereens word jy met die reaktante voorsien: stikstof (in lug) en suurstof (in lug), N_2 and O_2. Maar

wat van die produkte? Gaan lees die vraag! *"…by sulke hoë temperature reageer die stikstof en die suurstof ook en vorm stikstofmonoksied. (NO)*"

$N_2 + O_2 \rightarrow NO$

Die balansering behoort nie 'n probleem te wees nie: $N_2 + O_2 \rightarrow 2\ NO$

Volgende vraag:

(c) *Wat is koolwaterstowwe?* Jy behoort hierdie in organiese chemie te geleer het! Wat sê die naam vir jou? "Kool" is kort vir koolstof en "waterstowwe" is duidelik waterstof! So koolwaterstowwe is verbindings tussen koolstof en waterstof. Ken jy enige koolwaterstof verbindings? Ja, die alkane en alkene is hierdie tipe verbindings!

Volgende vraag:

(d) Wat is so gevaarlik aan 'n motor se uitlaatgasse dat die uitlaatpyp van 'n katalitiese omskakelaar voorsien moet word?

(As jy nie hiervan geleer het nie, moenie moedeloos wees nie, gebruik net algemene kennis!)

Daar is (volgens die vraag) twee uitlaatgasse wat vorm, CO en NO. Sê net iets oor elkeen:

- Koolstofmonoksied verbind met hemoglobien in die bloed, wat die suurstof opname in die bloed en vervoering van suurstof in die liggaam verhinder (want suurstof moes met die hemoglobien verbind het). Koolstofmonoksied is kleurloos, reukloos en smaakloos, en word daarom nie maklik opgemerk nie.
- Stikstofmonoksied is 'n kleurlose reaktiewe gas wat net bietjie oplosbaar in water is. NO is 'n goeie reduksiemiddel en reageer vinnig met 'n klomp ander gasse wat in die atmosfeer is.

  * Stikstofmonoksied word stadig deur suurstof geoksideer om stikstofdioksied te vorm. Die gebalanseerde vergelyking is: $2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$
    - NO_2 is 'n gesondheids gevaar, hoofsaaklik omdat dit die longe aanval, maar gewoonlik is die konsentrasie daarvan nie hoog genoeg nie om ernstige skade aan te rig nie.
  * Stikstofmonoksied reduseer ozoon na suurstof en oksideer dan na NO_2. Die gebalanseerde vergelyking is : $NO(g) + O_3(g) \rightarrow O_2(g) + NO_2(g)$
    - Ozoon is 'n belangrike stof in die stratosfeer (by hoogtes van 15-25 km bo seevlak). Die rede waarom ozoon belangrik is, is dat dit twee ewewigsreaksies veroorsaak:

      In die een reaksie absorbeer ozoon gevaarlike ultraviolet strale met golflengtes tussen 240 en 310 nm wat deur die son uitgestraal word, en breek dan af na suurstof atome en suurstof molekules.

O_3 + UV strale $\rightarrow$ O + O_2

In die ander reaksie, by laer hoogtes, reageer suurstof atome dadelik met suurstof molekules om ozoon te vorm.

$O + O_2 \rightarrow O_3$

Ewewig word bereik:

O_3 + UV strale $\leftrightarrows$ O + O_2

Die resultaat is dat meeste van die ultraviolet bestraling van die son geabsorbeer word voor dit die aarde se oppervlakte bereik (waar dit lewendige selle vernietig)

* Stikstofmonoksied reageer ook met koolstofdioksied om koolstofmonoksied en stikstofdioksied te vorm, wat die konsentrasie van die twee gevaarlike stowwe in die atmosfeer verhoog!

$NO(g) + CO_2(g) \rightarrow CO(g) + NO_2(g)$

Moet jy al hierdie inligting in jou antwoord weergee? Dit hang (meestal) van die puntetoekenning en die hoeveelheid tyd wat jy het om die vraag te beantwoord af. Sê eerder te veel as te min.

Volgende vraag:

(e) Gee ‘n kort beskrywing van hoe ‘n twee fase katalitiese omskakelaar werk.

Nog nooit van ‘n twee fase katalitiese omskakelaar gehoor nie? Jy weet nie eers wat een doen nie, om nie eers te praat van ‘n twee fase omskakelaar nie! Moenie moedeloos raak nie! Lees weer die vraag – die antwoord word in die vraag gegee!

> …meeste van die moderne motors het ‘n twee fase katalitiese omskakelaar. ‘n Effektiewe katalitiese omskakellaar het twee hoof funksies: dit oksideer die CO en die onverbrande koolwaterstowwe na CO_2 en H_2O en dit reduseer die NO en NO_2 na N_2 en O_2.

Het jy daardie sin gevind? Verander nou net die sin in ‘n antwoord in.

‘n Effektiewe katalitiese omskakellaar dien twee funksies:

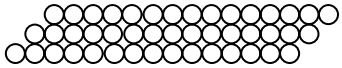
(1) In die eerste fase *oksideer dit CO en die onverbrande koolwaterstowwe na CO_2 en H_2O* .

(2) In die tweede fase *reduseer dit NO en NO_2 na N_2 en O_2*.

As jy na die uitlaatpyp van ‘n moderne motor sou kyk, behoort jy (waar die uitlaatpyp by die bakwerk uitsteek en terug onder die motor ingaan) te sien dat die uitlaatpyp in ‘n reghoekige “boks”

ingaan. Aan die anderkant van die "boks" gaan die pyp in nog 'n soortgelyke reghoekige "boks". Na die tweede "boks" heg die pyp aan die res van die enjin. Die twee "bokse" is die omskakelaars.
Gewoonlik is die boks naaste aan die enjin (wanneer die gasse nog baie warm is) die omskakelaar wat die koolstofmonoksied (CO), en die ander onverbrande koolwaterstowwe (wat uit koolstof en waterstof verbindings bestaan) na CO_2 en na H_2O verander. Teen die tyd dat die gasse die tweede boks (naaste aan die einde van die uitlaatpyp en verste van die enjin) binnegaan het die gasse al 'n bietjie afgekoel. Die tweede omskakelaar verander (dissosieer) die NO na N_2 en O_2 en funksioneer dus by 'n baie laer temperatuur (die gasse is mos nou al koeler) as die eerste omskakelaar.

Binne-in die omskakelaars ("bokse") is 'n plaat van klein "kraletjies" op so 'n manier gerangskik dat die gasse oor die "kraletjies" moet gaan om by die pyp wat verder lei, uit te kom.



'n Voorstelling van die oorgangsmetaal "kraletjies" binne-in die omskakellaar.

Die kraletjies bevat platinum, palladium of 'n ander oorgangsmetaal of oorgangsmetaaloksied (soos 'n kombinasie van CuO en Cr_2O_3). Nie alle omskakelaars ("bokse") het kraletjies nie, party het 'n byenes-struktuur wat gemaak word van alumina (Al_2O_3) wat met metaaloksied gevul is. Gewoonlik het die twee omskakelaars verskillende metale of metaaloksiede in (onthou, hulle werk by verskillende temperature).

Let op dat in die omskakelaars ("bokse") die kraletjies (die katalis van metaal of metaal oksied) in die vastestof fase is en die gasse wat oor die omskakelaars beweeg in ander gasse verander. Sien jy die verskillende fases? Die katalis is 'n vastestof en die gasse is gasse. Daarom is hierdie kataliste heterogene kataliste.

Bogenoemde is die antwoord van vraag (f):

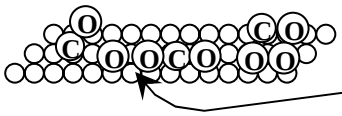
(f) *Word 'n katalitiese omskakelaar as 'n homogene of 'n heterogene katalis beskou?*

In heterogene kataliste vind die reaksie gewoonlik by die vastestof deel plaas. Die oppervlakte van die vastestof moet daarom groot wees sodat die gas (in hierdie geval) goeie kontak kan maak. Omskakelaars werk soos volg: hulle adsorbeer (adsorbeer beteken om aan die oppervlak vas te sit, om te plak) die reaktante op hulle oppervlaktes. (Absorbeer beteken dat een chemise stof 'n ander stof inneem, soos 'n spons water inneem).

In hierdie geval word die gas molekules geadsorbeer op die oppervlak van die katalis.

Soos wat die gas molekules (CO(g), O_2(g) en koolwaterstowwe C_xH_y(g)) oor die oppervlak van die "kraletjies" beweeg word hulle geadsorbeer op die oppervlakte tot die hele area vol gasmolekules is.

Die warm gasse van die enjin word deur die uitlaatpyp na buite geforseer. Wanneer hierdie gasse deur die omskakelaar naaste aan die enjin gaan, word die koolstofmonoksied, suurstof en koolwaterstowwe geadsorbeer op die metaal oppervlak.



Die adsorbsie proses verswak die O-O bindings in O_2 en suurstof atome raak beskikbaar.

Die adsorbering van die suurtsof molekules verswak die O-O bindings en suurstof atome vorm. Hulle verbind met die geadsorbeerde CO molekules om CO_2 molekules te vorm.

Die suurstof atome is nou beskikbaar om met die geadsorbeerde koolstofmonoksied te verbind om koolstofdioksied te vorm.

Die adsorbsie van die CO_2 molekules op die metaal oppervlak verswak die CO_2 (g) word vrygestel en vloei saam met die res van die gasse verder deur die pyp.

Die adsorbsie van die molekules aan die metaal oppervlak verswak en die koolstofdioksied gas word vrygestel.

Die koolwaterstowwe (C_xH_y) word op dieselfde manier geadsorbeer op die metaal oppervlak. Die C-H bindings verswak om C atome en H atome te vorm. Hulle verbind aan die suurstof atome om koolstofdioksied (CO_2) en water (H_2O) gas te vorm. Hierdie gasse word ook weer in die uitlaatpyp vrygestel en beweeg na die volgende omskakelaar.

In die tweede omskakelaar (wat by laer temperature funksioneer) word die NO en NO_2 molekules geadsorbeer op die metaal- of metaaloksied oppervlak ("die kraletjies"). Die N-O bindings verswak om N en O atome te vorm wat dan verbind om N_2 en O_2 molekules te vorm. Die adsorbsie van hierdie molekules verswak en hulle word weer in die pyp vrygestel.

Volgende vraag:

(g) *Verduidelik wat bedoel word met:*

(i) *"dit oksideer die CO en die onverbrande koolwaterstowwe na CO_2 en H_2O*

(ii) *"dit reduseer die NO en NO_2 na N_2 en O_2".*

(In Organiese Chemie word die term oksidasie gebruik om te verwys na die verwydering van waterstof van ‘n verbinding of die byvoeging van suurstof tot ‘n verbinding.

Die simbool [O] word gebruik om ‘n oksidasie reaksie sonder ‘n bepaalde oksideermiddel aan te dui.

Die chemiese reaksie se vergelyking kan soos volg geskryf word:

$2\ CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g)$ en

$C_xH_y + m\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + \frac{y}{2}\ H_2O$

(Let daarop dat daar geen sigbare toevoeging van elektrone is nie. Daar is geen $A \rightarrow A^{2+} + 2e^-$ tipe toevoegings nie, maar as jy die oksidasie getal van die verskillende atome sou bereken, sou jy die volgende vind:

$\overset{+2\ -2}{2\ C\ O(g)} + \overset{0}{O_2(g)} \rightarrow \overset{+4\ -2}{2\ C\ O_2(g)}$ en vir $\overset{?\ +1}{C_xH_y} + m\ \overset{0}{O_2} \rightarrow x\ \overset{+4\ -2}{C\ O_2} + \frac{y}{2}\ \overset{+1\ -2}{H_2\ O}$

Die oksidasie getal van die koolstof atoom het van +2 na +4 toegeneem, terwyl die oksidasie getal van die suurstof van 0 na –2 afgeneem het. Al is die oksidasie getal van die koolstof in die koolwaterstof nie beskikbaar nie, weet ons dit moes toegeneem het, want die oksidasie getal van die suurstof het afgeneem.Wanneer die oksidasie getal toeneem dui dit aan dat die stof geoksideer is en as die oksidasie getal afneem dui dit aan dat die stof gereduseer is).

As ons die omgekeerde doen deur waterstof tot ‘n verbinding by te voeg of suurstof weg te neem dan sê ons dat die verbinding gereduseer is of reduksie ondergaan het. Die simbool [R] word gebruik om ‘n reduksie reaksie sonder ‘n spesifieke reduseermiddel aan te dui.)

Soos bo kan die oksidasie getalle van die verskillende atome soos volg bereken word:

$\overset{+2\ -2}{2\ N\ O(g)} \rightarrow \overset{0}{N_2(g)} + \overset{0}{O_2(g)}$

Die oksidasie getal van die stikstof het van +2 na 0 afgeneem, wat aandui dat stikstof gereduseer is. Die stikstofmonoksied, NO, het ‘n suurstof atoom verloor om N_2 te word, wat reduksie aandui.