

## Bijspijkerprogramma vwo onderdeel 12 vormingswarmte en energiediagrammen

### Leerdoelen

- Je kunt een energiediagram van een reactie schetsen.
- Je kunt de rol van een katalysator uitleggen met behulp van een energiediagram.
- Je kunt uit een energiediagram afleiden of een reactie endotherm of exotherm is.
- Je kunt met binas 57 uitleggen of een reactie endotherm of exotherm is.
- Je kunt met binas 57 de reactiewarmte van een reactie berekenen.
- Je kunt met behulp van de reactiewarmte de vormingswarmte van een stof die niet in binas 57A staat berekenen.

### [Uitlegfilmpje](#) vormingswarmte

Binas 57. De getallen die daar staan zijn de vormingswarmte in  $10^5$  J/mol.

Elementen zoals bijvoorbeeld zuurstof, hebben een vormingswarmte van 0.

Het teken van de vormingswarmte van de stoffen die links van de pijl staan in een reactievergelijking, moet je omklappen (+ wordt – en – wordt +).

Let bij water op.  $\text{H}_2\text{O}$  (l) en  $\text{H}_2\text{O}$  (g) hebben een verschillende vormingswarmte. De tabel geldt bij  $T=298$  K, dus ga uit van vloeibaar water tenzij in de opgave staat dat het over waterdamp/ $\text{H}_2\text{O}$  (g) gaat.



### [Uitlegfilmpje](#)

### [energiediagrammen](#)

Bij een energiediagram ligt het energieniveau van de reactieproducten onder dat van de beginstoffen bij een exotherme reactie. Het hoogste energieniveau in het diagram is de geactiveerde toestand. De katalysator verlaagt het energieniveau van de geactiveerde toestand.

### [Voorbeeldexamenopgave vormingswarmte](#)

### [Voorbeeldexamenopgave energiediagram](#)



### Opgave 1

Stikstofmonoxide en zuurstof kunnen reageren tot stikstofdioxide.

- Bereken de reactiewarmte in J/mol stikstofdioxide.
- Leg uit of deze reactie endotherm of exotherm is.

### Opgave 2

Teken twee energiediagrammen voor de ontleding van water. In het ene diagram is wel een katalysator aanwezig en in het andere energiediagram niet.

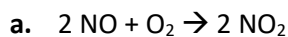
### Opgave 3

Sjakie maakt trichloormethaan via een substitutiereactie met methaan en chloor. Hierbij ontstaat ook waterstofchloride.

- Bereken de energie van deze reactie in J/mol trichloormethaan.
- Bereken hoeveel kJ vrij komt bij het maken van 10 gram trichloormethaan via deze reactie.
- Bereken met behulp van binas tabel 40A hoeveel dm<sup>3</sup> chloorgas je nodig hebt om 10 gram trichloormethaan te maken als T=298 K.

### Antwoorden

#### Opgave 1



NO +0,913•10<sup>5</sup> J/mol

O<sub>2</sub> 0

NO<sub>2</sub> +0,332•10<sup>5</sup> J/mol

Per 2 mol NO<sub>2</sub>:  $2 \times 0,332 \cdot 10^5 \text{ J} - 2 \times 0,913 \cdot 10^5 \text{ J} = -1,16 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus per mol NO<sub>2</sub>  $-1,16 \cdot 10^5 \text{ J} / 2 = -0,58 \cdot 10^5 \text{ J} = -5,8 \cdot 10^4 \text{ J}$

- b. Omdat de reactiewarmte negatief is, is deze reactie exotherm.

#### Opgave 2

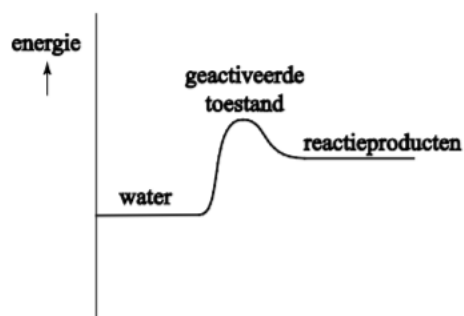


diagram 1  
ontleding van water  
met katalysator

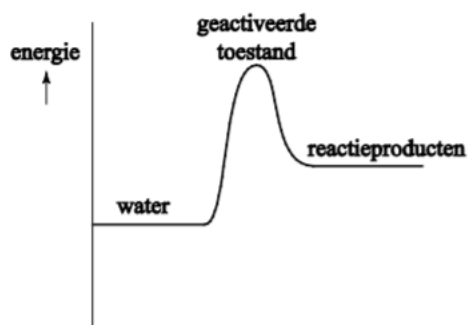
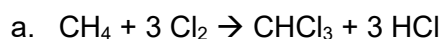


diagram 2  
ontleding van water  
zonder katalysator

In plaats van reactieproducten kun je ook waterstof en zuurstof zetten. Het ontleden van water is endotherm. Je kunt bijvoorbeeld in binas 57A zien dat de vormingswarmte van water negatief is. Het vormen van water is dus exotherm. Dus is de omgekeerde reactie, het ontleden van water endotherm.

### Opgave 3



stof	Vormingswarmte J/mol	Aantal mol In vergelijking	Warmte per mol in reactievergelijking	Warmte met juiste + of – teken
$\text{CH}_4$	$-0,75 \times 10^5$	1	$-0,75 \times 10^5$	$+0,75 \times 10^5$
$\text{Cl}_2$	0	3	0	0
$\text{CHCl}_3$	$-1,34 \times 10^5$	1	$-1,34 \times 10^5$	$-1,34 \times 10^5$
$\text{HCl}$	$-0,923 \times 10^5$	3	$-2,769 \times 10^5$	$-2,769 \times 10^5$

Totaal:  $0,75 \times 10^5 - 1,34 \times 10^5 - 2,769 \times 10^5 = -3,36 \times 10^5$  J/mol trichloormethaan

b. De molaire massa van  $\text{CHCl}_3$  is  $12,01 + 1,008 + 3 \times 35,45 = 119,37$  g/mol  
 $10/119,37 = 0,0838$  mol  $\text{CHCl}_3$ .  
 $0,0838 \text{ mol} \times -3,36 \times 10^5 \text{ J/mol} = -2,81 \times 10^4 \text{ J} = -28 \text{ kJ}$ .

Er komt dus 28 kJ vrij.

c. Bij b heb je al berekend dat er 0,0838 mol  $\text{CHCl}_3$  ontstaat.  
Daarvoor is  $3 \times 0,0838 = 0,251$  mol  $\text{Cl}_2$  nodig

Dat komt overeen met  $0,251 \text{ mol} \times 70,90 \text{ g/mol} = 1,78$  gram  $\text{Cl}_2$ .

Volgens binas tabel 40A is de dichtheid van chloorgas bij  $T = 298 \text{ K}$   $2,90 \text{ kg/m}^3 = 2,90 \text{ g/dm}^3$ .

$1,78/2,90 = 0,61 \text{ dm}^3$  chloorgas is nodig.