

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/scienceData 9.2 uitleggen of een reactie endotherm of exotherm is.
- Je kunt met binas 57/ScienceData 9.2 de reactiewarmte van een reactie berekenen.
- Je kunt met behulp van de reactiewarmte de vormingswarmte van een stof die niet in binas 57/ScienceData 9.2 staat berekenen.

[Uitlegfilmpje](#) vormingswarmte

Binas 57/ScienceData 9.2: 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. H_2O (l) en H_2O (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/ H_2O (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.

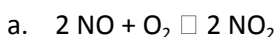
Opgave 3

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 dm³ chloorgas je nodig hebt om 10 gram trichloormethaan te maken als T=298 K.

Antwoorden

Opgave 1



NO +0,913•10⁵ J/mol

O₂ 0

NO₂ +0,332•10⁵ J/mol

Per 2 mol NO₂: $2 \times 0,332 \cdot 10^5 \text{ J} - 2 \times 0,913 \cdot 10^5 \text{ J} = -1,16 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus per mol NO₂ $-1,16 \cdot 10^5 \text{ J} / 2 = -0,58 \cdot 10^5 \text{ J} = -5,8 \cdot 10^4 \text{ J}$

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

Opgave 2

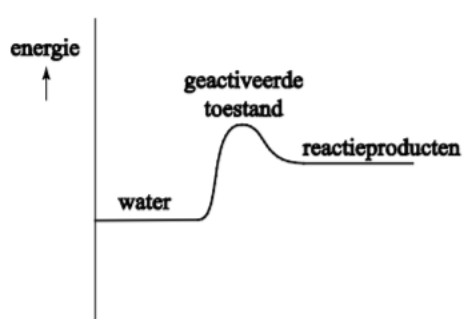


diagram 1
ontleding van water
met katalysator

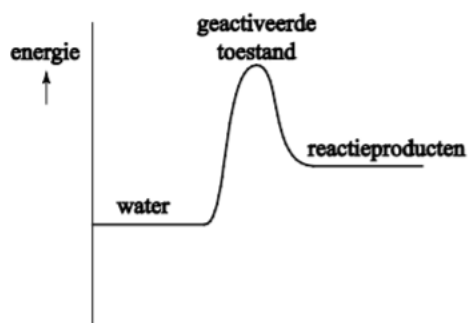


diagram 2
ontleding van water
zonder katalysator

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
CH_4	$-0,75 \times 10^5$	1	$-0,75 \times 10^5$	$+0,75 \times 10^5$
Cl_2	0	3	0	0
CHCl_3	$-1,34 \times 10^5$	1	$-1,34 \times 10^5$	$-1,34 \times 10^5$
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 CHCl_3 is $12,01 + 1,008 + 3 \times 35,45 = 119,37$ g/mol
 $10/119,37 = 0,0838$ mol 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 CHCl_3 ontstaat.
 Daarvoor is $3 \times 0,0838 = 0,251$ mol Cl_2 nodig

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