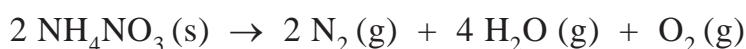


Springstof

In de mijnbouw en wegebouw wordt gebruikgemaakt van springstoffen. Deze stoffen worden ingezet om explosies te veroorzaken. Een explosie is een chemische reactie die aan drie voorwaarden voldoet:

- de reactie verloopt snel;
- er wordt (veel) gas geproduceerd;
- de reactie is exotherm.

Een voorbeeld van zo'n springstof is ammoniumnitraat (NH_4NO_3). De explosie van ammoniumnitraat kan als volgt worden weergegeven:



- 2p 1 Leg uit of het mengsel van reactieproducten dat ontstaat bij de explosie van ammoniumnitraat, een homogeen of een heterogeen mengsel is.
- 2p 2 Leg uit of bij een explosie de hoeveelheid energie die vrijkomt bij het vormen van bindingen groter of kleiner is dan de hoeveelheid energie die nodig is voor het verbreken van bindingen.

Het gezamenlijke volume van de gassen die zijn ontstaan bij de explosie is veel groter dan het volume van de vaste stof die aanwezig was voor de explosie. Dit is de belangrijkste verklaring voor de drukgolf die ontstaat.

Het gezamenlijke volume van de gassen die zijn ontstaan bij de explosie kan worden berekend. Neem aan dat onder de gegeven omstandigheden voor elk soort gas geldt dat het volume van een mol gas $62,5 \text{ dm}^3$ bedraagt.

- 3p 3 Bereken het gezamenlijke volume in dm^3 van de gassen die ontstaan tijdens de explosie van 100 g ammoniumnitraat.

De explosie van ammoniumnitraat is een zogeheten 'inwendige verbranding'. Dit is een verbranding waarbij de zuurstofatomen niet door zuurstof uit de lucht worden geleverd maar door de te verbranden stof zelf. Bij inwendige verbranding van stikstofverbindingen komen de stikstofatomen vrij als N_2 .

- 1p 4 Leg uit dat een inwendige verbranding niet kan worden bestreden met blusschuim, een poederblusser of een branddeken.

De effectiviteit van een springstof hangt onder andere af van de zogenoemde OB-waarde (Oxygen Balance value). Wanneer de formule van een springstof wordt genoteerd als $C_aH_bN_cO_d$ kan de OB-waarde met onderstaande formule worden berekend:

$$OB = d - 2a - \frac{1}{2}b$$

- 1p 5 Bereken de OB-waarde van NH_4NO_3 .

Als de OB-waarde van een springstof kleiner is dan nul, vindt een onvolledige inwendige verbranding plaats.

Als de OB-waarde van een springstof nul is, vindt een volledige inwendige verbranding plaats waarbij precies alle inwendige zuurstof wordt verbruikt.

Als de OB-waarde van een springstof groter is dan nul, vindt een volledige inwendige verbranding plaats waarbij tevens O_2 vrijkomt.

Door een springstof met een negatieve OB-waarde te mengen met een springstof met een positieve OB-waarde, kan een springstof-mengsel worden verkregen met een OB-waarde van nul. Hierdoor wordt het meest effectief gebruik gemaakt van de aanwezige zuurstofatomen, waardoor de explosieve kracht toeneemt.

In onderstaande tabel worden de OB-waarden van enkele springstoffen gegeven.

tabel

| springstof | formule | molaire massa | OB-waarde |
|------------|-------------------|---------------|-----------|
| TNT | $C_7H_5N_3O_6$ | 227,1 | -10,5 |
| PETN | $C_5H_8N_4O_{12}$ | 316,1 | -2 |
| EGDN | $C_2H_4N_2O_6$ | 152,1 | 0 |
| GTN | $C_3H_5N_3O_9$ | 227,1 | 0,5 |

- 3p 6 Geef de reactievergelijking van de inwendige verbranding die optreedt bij de explosie van EGDN.

- 3p 7 Bereken de massaverhouding waarin PETN en GTN moeten worden gemengd om een springstof-mengsel te verkrijgen met een OB-waarde van nul. Geef de uitkomst in vier significante cijfers.

Noteer de uitkomst als volgt:

$$\frac{\text{massa PETN}}{\text{massa GTN}} = \frac{1,000}{\dots}$$