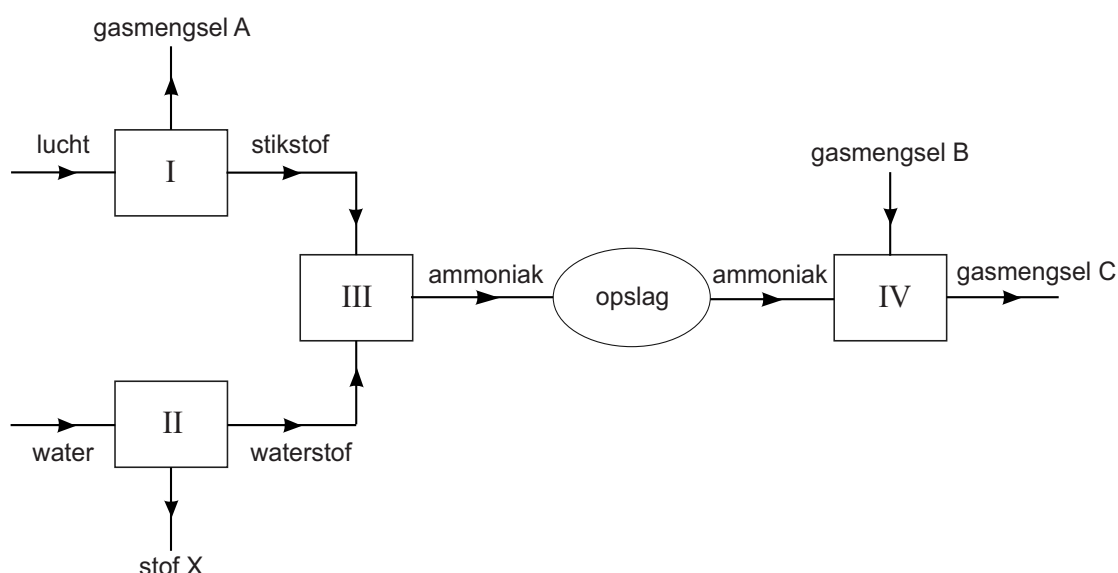


Ammoniakcentrale

De meeste elektriciteitscentrales produceren elektriciteit uit energie (warmte) die vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen, zoals aardgas (methaan). Er bestaan ook centrales die de energie uit wind of van de zon gebruiken voor het opwekken van elektriciteit. De hoeveelheid energie uit deze bronnen is echter niet constant. Daarom wordt onderzocht of een tijdelijk teveel aan energie kan worden gebruikt om ammoniak (NH_3) te maken, die op een later moment kan worden verbrand. Wanneer er bijvoorbeeld weinig zon is, kan extra elektriciteit worden geproduceerd uit de verbrandingswarmte van ammoniak.

- 1p 25 Geef de naam van een andere fossiele brandstof dan aardgas.
- 1p 26 Bij de volledige verbranding van aardgas ontstaat een stof die ook ontstaat bij de volledige verbranding van ammoniak.
→ Geef de formule van deze stof.

- 1 Ammoniak kan worden geproduceerd door een reactie van stikstof met
2 waterstof. Voor het verkrijgen van stikstof en waterstof is veel energie
3 nodig, waarvoor het teveel aan windenergie of zonne-energie kan worden
4 gebruikt. De stikstof wordt uit de lucht gehaald (ruimte I) en de waterstof
5 ontstaat door elektrolyse van water (ruimte II). Het gevormde ammoniak
6 (ruimte III) wordt vloeibaar gemaakt en opgeslagen. Bij de verbranding
7 van ammoniak (ruimte IV) komt energie vrij, die uiteindelijk wordt
8 omgezet tot elektriciteit. Deze processen zijn hieronder schematisch en
9 vereenvoudigd weergegeven.



- 3p 27 Geef de reactievergelijking voor de vorming van ammoniak (regel 1 en 2).

- 1p 28 In enkele ruimtes vindt zowel een scheiding als een reactie plaats. Maar in één van de ruimtes vindt **alleen** een scheiding plaats. Welke ruimte is dit?
- A ruimte I
 B ruimte II
 C ruimte III
 D ruimte IV
- 1p 29 Uit ruimte I wordt een gasmengsel geleid (gasmengsel A).
 → Geef de naam van het hoofdbestanddeel van gasmengsel A.
- 1p 30 Geef de formule van stof X die ontstaat bij het proces in ruimte II.
- 2p 31 Ammoniak wordt vloeibaar gemaakt en opgeslagen.
 → Neem onderstaande tabel over en geef aan of de genoemde gegevens 'wel' of 'niet' veranderen wanneer een bepaalde hoeveelheid ammoniakgas wordt omgezet tot een vloeistof.

| gegeven | verandert wel/niet |
|--------------------------------|--------------------|
| het aantal moleculen | ... |
| de afstand tussen de moleculen | ... |
| de massa | ... |
| het volume | ... |

Het gebruik van ammoniak als opslagmiddel voor energie heeft ook nadelen. Ammoniak is giftig en bij de verbranding (ruimte IV) kunnen stikstofoxiden worden gevormd. Daarom moet gasmengsel C worden behandeld. Een methode hiervoor is om de gassen te laten reageren met ammoniak. Hierbij ontstaan uit de stikstofoxiden weer stikstof en water. Eén van de reacties die hierbij optreedt, is hieronder onvolledig weergegeven:



- 1p 32 Neem de onvolledige vergelijking uit het tekstblok over en vul de vier ontbrekende coëfficiënten aan.
- 1p 33 De reactieproducten van deze behandeling van gasmengsel C kunnen mogelijk worden gescheiden en teruggeleid naar verschillende ruimtes. Welke ruimtes zijn dat? Maak gebruik van het blokschema op bladzijde 10.
- A ruimte II en ruimte III
 B ruimte II en ruimte IV
 C ruimte III en ruimte IV