

SCR-techniek

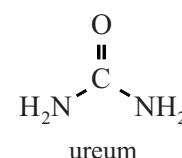
In de motor van een dieselauto wordt diesel verbrand.

- 3p 11 Geef de vergelijking van de volledige verbranding van diesel. Gebruik de formule $C_{14}H_{30}$ voor diesel.

De uitlaatgassen van een dieselauto bevatten behalve de verbrandingsproducten van diesel ook stikstofoxiden (NO_x). De uitstoot van NO_x door dieselauto's draagt in belangrijke mate bij aan de concentratie van schadelijke NO_x in de lucht. NO_x heeft onder andere ongewenste effecten op de luchtkwaliteit.

- 2p 12 Geef een verklaring voor het ontstaan van NO_x in de dieselmotor.
- 2p 13 Noem twee ongewenste effecten van NO_x op de luchtkwaliteit.

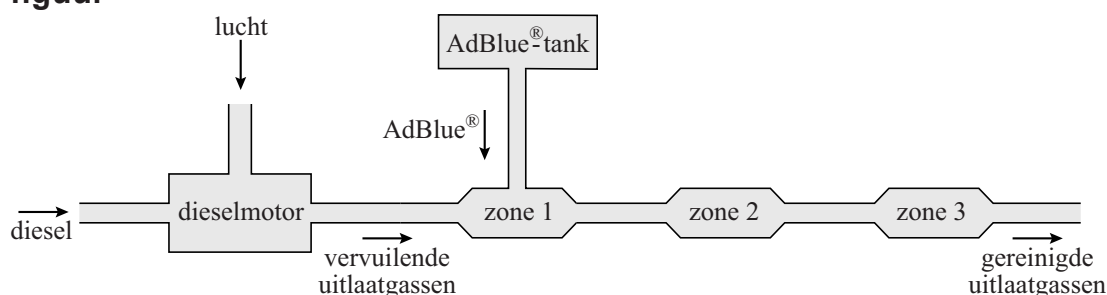
Selectieve katalytische reductie (*Engels*: SCR) is een technische voorziening in de uitlaat van een dieselauto die de uitstoot van NO_x vermindert. SCR maakt gebruik van AdBlue[®]. AdBlue[®] is een oplossing van ureum (CH_4N_2O) in water. De structuurformule van ureum is hiernaast weergegeven.



- 2p 14 Leg uit, aan de hand van de structuurformule van ureum, dat ureum goed oplosbaar is in water.

In onderstaande figuur is het SCR-systeem vereenvoudigd en schematisch weergegeven.

figuur



Om NO_x te verwijderen, vinden in de uitlaat de volgende processen plaats:

zone 1: AdBlue[®] wordt in de uitlaat gespoten en mengt met de hete uitlaatgassen.

zone 2: Alle ureum in AdBlue[®] wordt onder invloed van een katalysator omgezet tot ammoniak en koolstofdioxide volgens:



zone 3: Met behulp van de SCR-katalysator reageert NO_x met ammoniak tot stikstof en waterdamp.
De gereinigde uitlaatgassen verlaten uiteindelijk de uitlaat.

Reactie 1 is een endotherme reactie. De benodigde warmte hiervoor wordt geleverd door de hete uitlaatgassen.

- 3p 15 Bereken de reactiewarmte (bij 298 K en $p = p_0$) voor reactie 1 in J per mol ureum.
- Gebruik Binas-tabel 57 of ScienceData-tabel 9.2.
 - Gebruik voor de vormingswarmte van ureum $-3,3 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

NO_x is een mengsel van voornamelijk stikstofmono-oxide en stikstofdioxide.

- 3p 16 Geef de vergelijking van de reactie tussen stikstofdioxide (NO_2) en ammoniak (NH_3) in zone 3. Hierbij ontstaan uitsluitend stikstof en waterdamp.

Een grote dieselvrachtwagen heeft een AdBlue[®]-tank gevuld met 90 liter AdBlue[®]. Deze hoeveelheid AdBlue[®] bevat $3,2 \cdot 10^4$ gram ureum.

- 3p 17 Bereken na hoeveel km deze vrachtwagen de 90 liter AdBlue[®] geheel heeft verbruikt.
Gebruik hierbij de volgende gegevens:
- Voor de omzetting van 1,0 g NO_x is 0,86 g ureum nodig.
 - 92 massaprocent van de NO_x die in de motor ontstaat, wordt in het SCR-systeem door de reactie met ureum omgezet tot stikstof en waterdamp.
 - 8 massaprocent van de NO_x die in de motor ontstaat, wordt via de uitlaat in de lucht uitgestoten.
 - Per km stoot de vrachtwagen 0,50 g NO_x via de uitlaat uit in de lucht.