

## Diesel

### Hete gasen maken diesel brandschoon

tekst-

fragment 3

- 1 De benzinemotor is de afgelopen vijftien  
2 jaar flink schoner geworden, onder meer  
3 door de toepassing van geavanceerde  
4 driewegkatalysatoren. In zo'n  
5 driewegkatalysator reageren schadelijke  
6 stoffen, zoals stikstofoxiden en  
7 onverbrande koolwaterstoffen,  
8 razendsnel met elkaar tot onschuldige  
9 stoffen. De dieselmotor is weliswaar  
10 zuiniger met brandstof, maar is vanwege  
11 roet nog niet echt schoon.
- 12 Roetvorming is onverbreekelijk  
13 verbonden aan het dieselontwerp. In de  
14 verbrandingskamer van dieselmotoren  
15 wordt de brandstof ingespoten, in de  
16 vorm van hele kleine druppeltjes, die –  
17 in tegenstelling tot benzine in een  
18 benzinemotor – niet verdampen, wat  
19 resulteert in roetvorming.
- 20 Autoproducenten bewandelen twee  
21 wegen om dat probleem aan te pakken:  
22 aanpassingen van het motorontwerp en  
23 een roetfilter in de uitlaat.
- 24 Zo worden er injectiesystemen gebruikt  
25 die de dieselbrandstof nog fijner  
26 verdeeld in de cilinder spuiten. De  
27 verbranding is daardoor beter en dat  
28 geeft minder roet.
- 29 Een nieuwe dieselauto mag volgens de  
30 Europese normen van het jaar 2000 niet  
31 meer dan 0,10 gram roet per gereden  
32 kilometer uitstoten. Vóór 2005 moet de  
33 roetuitstoot nog eens vier maal zo klein  
34 worden. In principe is die norm te halen  
35 met louter aanpassingen aan de motor.  
36 Maar ook deze norm zal waarschijnlijk  
37 weer verscherpt worden. Men gaat  
38 ervan uit dat er binnen afzienbare tijd  
39 helemaal geen roet meer uit de uitlaat  
40 mag komen.
- 41 Zo'n "nulemissie" is alleen te bereiken  
42 met een goed roetfilter in de uitlaat. Een  
43 katalysator, vergelijkbaar met die in
- 44 benzineauto's, is niet te gebruiken. Roet  
45 is weliswaar om te zetten – te  
46 verbranden – in koolstofdioxide, maar  
47 die reactie verloopt zonder katalysator  
48 erg langzaam en pas bij 650 graden  
49 Celsius. Zo'n hoge temperatuur wordt in  
50 een uitlaat niet gehaald.
- 51 In een nieuw ontwerp van een roetfilter  
52 maakt men gebruik van een poreus  
53 keramisch filter van calciumcarbide. In  
54 talloze minuscule kanaaltjes van het  
55 filter verzamelt zich alle roet dat tijdens  
56 het rijden wordt gevormd. Tegelijk met  
57 het roet zet zich fijn verdeeld  
58 katalysator materiaal af, in dit geval een  
59 heel klein beetje ceriumoxide, dat via  
60 een injectiesysteem aan de  
61 dieselbrandstof wordt toegevoegd.
- 62 Druksensoren voor en na het filter  
63 meten wanneer dat vol is en dreigt te  
64 verstoppelen.
- 65 De sensoren geven dit door aan het  
66 elektronisch besturingssysteem. Dit  
67 regelt dat er tijdelijk wat extra brandstof  
68 in de cilinders wordt gespoten. Door die  
69 inspuiting stijgt de temperatuur van de  
70 uitlaatgassen met zo'n tweehonderd  
71 graden. Die gasen verhitten het filter  
72 waardoor, gebruikmakend van de  
73 katalytische activiteit van het  
74 ceriumoxide, het roet wordt verbrand.
- 75 Deze regeneratie van het filter duurt drie  
76 tot vier minuten.
- 77 Ceriumoxide is relatief duur. De  
78 hoeveelheid is met driekwart terug te  
79 brengen (tot vijf milligram per liter)  
80 wanneer er een beetje platina (een  
81 kwart milligram per liter) aan wordt  
82 toegevoegd. Dan is ook de uitstoot van  
83 stikstofoxiden 10 tot 15 procent lager,  
84 blijkt uit onderzoek van de vakgroep  
85 chemische technologie van de  
86 Technische Universiteit Delft.

naar: de Volkskrant

- 2p **9**  Geef de formules van twee stoffen die in de driewegkatalysator ontstaan (de regels 4 tot en met 9).
- 2p **10**  Leg uit of in de dieselmotor een volledige verbranding plaatsvindt. Vermeld in je uitleg het gegeven uit de tekst dat je hebt gebruikt om tot je antwoord te komen.

# Eindexamen scheikunde havo 2004-I

havovwo.nl

---

In de cilinder moet in zeer korte tijd zoveel mogelijk van de ingespoten dieselolie verbranden. Door de brandstof fijner verdeeld in te spuiten, verloopt de verbranding sneller, waardoor minder roet en onverbrande koolwaterstoffen in de uitlaat komen (de regels 24 tot en met 28).

- 2p **11**  Leg met behulp van het botsende-deeltjes-model uit waarom de verbranding sneller verloopt wanneer de brandstof fijner verdeeld is.

De hoeveelheid roet die volgens de Europese normen uit de uitlaat mag komen, is maar een gering gedeelte van de koolstof die gebonden in de dieselolie voorkomt.  
Een bepaalde dieselmotor verbrandt per kilometer 37 gram dieselolie.

- 3p **12**  Bereken het aantal gram gebonden koolstof dat aanwezig is in 37 gram dieselolie. Neem als molecuulformule van dieselolie  $C_{13}H_{28}$ .
- 2p **13**  Bereken het massapercentage van de in de brandstof voorkomende gebonden koolstof dat in 2005 in de vorm van roet uit de uitlaat mag komen (zie de regels 29 tot en met 34).

Het keramische filter in de uitlaat houdt roet en ceriumoxide tegen (de regels 51 tot en met 61).  
Het filter laat ook een aantal stoffen door.

- 2p **14**  Geef de namen van vier stoffen die door het keramische filter in de uitlaat worden doorgelaten.

Ceriumoxide versnelt de reactie op het filter (de regels 71 tot en met 76), waardoor regeneratie van het filter plaatsvindt.

- 2p **15**  Geef de vergelijking van de reactie die door het ceriumoxide wordt gekatalyseerd, waardoor regeneratie van het filter plaatsvindt.

De kop boven een krantenartikel wordt meestal zo gemaakt dat in korte, kernachtige bewoordingen de belangstelling van de lezer wordt gewekt. Daarbij kan het gebeuren dat zo'n kop de inhoud van het artikel niet geheel juist weergeeft. Dat is bij de kop boven het artikel aan het begin van deze opgave ook gebeurd. Zo is het gebruik van de term "diesel" in de kop dubbelzinnig: er zal in dit geval "dieselauto" of "dieselmotor" mee zijn bedoeld en niet de brandstof. Daarnaast is het gebruik van de termen "Hete gassen" en "brandschoon" in de kop "Hete gassen maken diesel brandschoon" een onjuiste weergave van de inhoud van het artikel. In het artikel zijn twee zinnen aan te wijzen waaruit dat blijkt.

- 1p **16**  Geef de regelnummers van de zin waaruit blijkt dat het gebruik van de term "Hete gassen" in de kop een onjuiste weergave van de inhoud van het artikel is en leg uit hoe dat uit deze zin blijkt.
- 1p **17**  Geef de regelnummers van de zin waaruit blijkt dat het gebruik van de term "brandschoon" in de kop een onjuiste weergave van de inhoud van het artikel is en leg uit hoe dat uit deze zin blijkt.