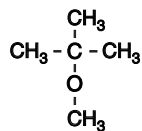


MTBE in benzine

In autobenzine zijn zo'n 200 verschillende stoffen aanwezig, waaronder toluen en een stof die met MTBE wordt aangeduid. De structuurformule van MTBE is:



MTBE

MTBE wordt aan benzine toegevoegd omdat deze stof zorgt voor een betere verbranding van de benzine in automotoren. In de motor verbrandt MTBE zelf ook.

- 3p **7** Geef de reactievergelijking, in molecuulformules, voor de volledige verbranding van MTBE.

Het massaspectrum van MTBE is afgebeeld in figuur 1 op pagina 3 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

- 2p **8** Geef de structuurformule van een ionsoort die de piek bij $m/z = 73$ kan veroorzaken.

Een methode die wordt toegepast om het MTBE-gehalte van benzine te bepalen, maakt gebruik van gaschromatografie gevolgd door massaspectrometrie. Er wordt een ijkreeks van vijf oplossingen van benzine in een oplosmiddel gemaakt. Aan vier van de vijf oplossingen is een nauwkeurig afgemeten extra hoeveelheid MTBE toegevoegd (zie tabel 1 op pagina 3 van het informatieboekje). Elke oplossing wordt in een gaschromatograaf gescheiden. Van de MTBE-fractie en de toluenfractie uit een oplossing worden de massaspectra opgenomen en met elkaar vergeleken.

Bij massaspectrometrie geldt dat de hoogte van de gemeten pieken in een massaspectrum recht evenredig is met de hoeveelheid stof die aanwezig is. De piekhoogte van de hoogste piek in het massaspectrum van MTBE (die bij $m/z = 73$) wordt gedeeld door de piekhoogte van de hoogste piek in het massaspectrum van toluen (die bij $m/z = 91$). Dit wordt voor alle vijf de oplossingen gedaan. De uitkomsten van deze berekeningen staan in de laatste kolom van tabel 1.

De gegevens uit tabel 1 zijn verwerkt in een diagram (diagram 1 op pagina 3 van het informatieboekje). Op de verticale as van diagram 1 zijn de verhoudingen tussen de genoemde piekhoogten uitgezet, op de horizontale as de hoeveelheid extra toegevoegde MTBE. Met behulp van het diagram kan de hoeveelheid MTBE in de onderzochte benzine worden bepaald.

- 3p **9** Bereken met behulp van diagram 1 het volumepercentage MTBE in de onderzochte benzine.

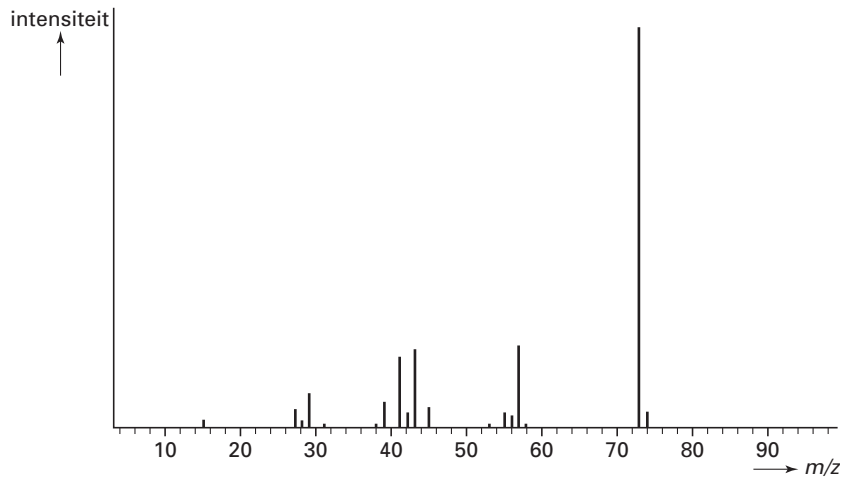
De betere verbranding van benzine waaraan MTBE is toegevoegd, wordt veroorzaakt door de gebonden O atomen die in MTBE aanwezig zijn. Deze O atomen worden tijdens de verbranding gebruikt, samen met zuurstof uit de lucht. Daardoor ontstaat tijdens de verbranding minder koolstofmonoxide. In delen van de VS moet in de wintermaanden minstens 2,7 massaprocent gebonden zuurstof in benzine aanwezig zijn. Door lekkages van benzinetanks, verkeersongelukken en gewoon morsen bij het tanken, komt benzine in de bodem terecht en uiteindelijk in het grondwater. Omdat MTBE een kankerverwekkende stof is, wil men in de VS daarom MTBE vervangen door ethanol. De motoren van nagenoeg alle auto's lopen probleemloos op benzine met 10 volumepercent ethanol.

- 4p **10** Laat door berekening zien dat het massaprocent O in benzine waarin 10 volumepercent ethanol aanwezig is, groter is dan 2,7. Neem bij de berekening aan dat de dichtheid van het benzine-ethanol mengsel $0,73 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ is en dat ethanol de enige zuurstofhoudende verbinding in het benzine-ethanol mengsel is. Er is onder meer een gegeven uit Binas-tabel 11 nodig.

MTBE in benzine

Massaspectrum van MTBE:

figuur 1



tabel 1

oplossing	mL benzine	extra mL MTBE	mL oplosmiddel	$\frac{\text{hoogte piek } m/z = 73 \text{ van MTBE}}{\text{hoogte piek } m/z = 91 \text{ van toluen}}$
1	15	0	5	1,1
2	15	1	4	1,8
3	15	2	3	2,5
4	15	3	2	3,0
5	15	4	1	3,7

diagram 1

