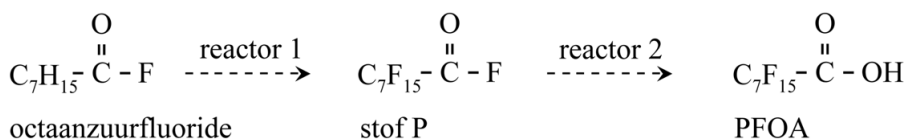


Teflon™ wordt onder andere gebruikt voor anti-aanbakpannen. Het is een polymeer van tetrafluoretheen.

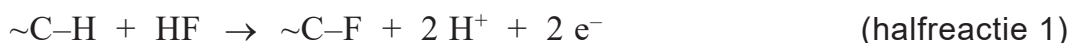
- 2p 14 Geef de vergelijking voor de vorming van polytetrafluoretheen uit tetrafluoretheen. Gebruik hierbij structuurformules.

Bij de productie van Teflon™ wordt perfluorooctaanzuur (PFOA) gebruikt als hulpstof. PFOA ($C_7F_{15}COOH$) behoort tot de zogenoemde poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS). Deze groep stoffen wordt toegepast in allerlei industriële processen en producten. PFOA wordt geproduceerd uit octaanzuurfluoride in twee reactoren. De omzettingen in deze reactoren zijn vereenvoudigd weergegeven in figuur 1.

figuur 1



Reactor 1 is een elektrochemische cel. Aan de positieve elektrode treedt halfreactie 1 op, waarbij telkens een waterstofatoom van octaanzuurfluoride wordt vervangen door een fluoratoom.



- 4p 15 Bereken de ladingoverdracht in coulomb wanneer $3,0 \cdot 10^2$ g octaanzuurfluoride wordt omgezet tot stof P.

Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

Gebruik hierbij onder andere de volgende gegevens:

- De molaire massa van octaanzuurfluoride is 146 g mol^{-1} .
- $1,00 \text{ mol}$ elektronen heeft een lading van $9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$.

De omzetting van octaanzuurfluoride tot PFOA is vereenvoudigd en onvolledig met een blokschema weergegeven op de uitwerkbijlage.

- In reactor 1 (R1) reageren octaanzuurfluoride en HF. Aan de positieve elektrode wordt stof P gevormd en aan de negatieve elektrode wordt waterstof gevormd uit H^+ -ionen.
- Waterstof verlaat R1 samen met een lage concentratie HF. De waterstof wordt in scheidingsruimte 1 (S1) gescheiden van HF met behulp van water.
- Als alle octaanzuurfluoride heeft gereageerd, wordt stof P doorgevoerd naar reactor 2 (R2). Hier reageren stof P en water volledig tot PFOA en HF, die als afzonderlijke stofstromen de reactor verlaten.

De instroom in R1 is op de uitwerkbijlage al volledig gegeven.

- 2p **16** Leg uit welke scheidingsmethode wordt gebruikt in S1.
- 4p **17** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.
- Teken R2.
 - Teken ontbrekende pijlen en noteer ontbrekende stoffen bij alle pijlen. Je hoeft hierbij geen rekening te houden met hergebruik van stoffen.

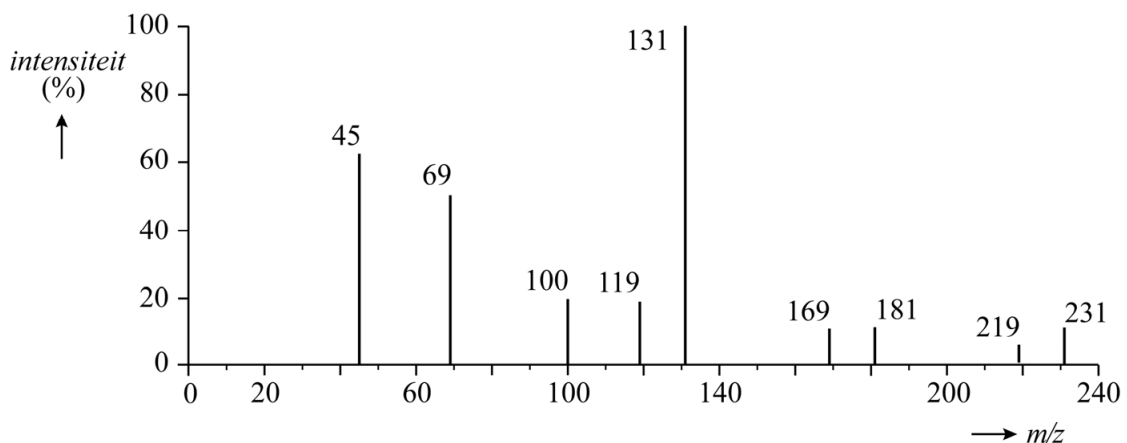
PFOA is een zwak zuur met een K_z -waarde van $3,2 \cdot 10^{-3}$. PFOA is daarom in water vooral aanwezig in de vorm van de geconjugeerde base $C_7F_{15}COO^-$. Dit $PFOA^-$ is goed oplosbaar in water.

- 4p **18** Bereken hoeveel procent van PFOA aanwezig is als $C_7F_{15}COOH$ in water met $pH = 7,00$.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat PFOA een risico vormt voor de gezondheid en het milieu. Het gebruik van PFOA is in Nederland sinds 2020 verboden voor consumentenproducten. Omdat PFOA slecht afbreekbaar is, is deze stof nog wel aanwezig in ons milieu.

Voor de bepaling van de hoeveelheid PFOA in water of grond wordt onder andere gebruikgemaakt van massaspectrometrie. Een deel van het massaspectrum van PFOA (414 g mol^{-1}) is in figuur 2 weergegeven.

figuur 2



Bij de gebruikte techniek neemt een molecuul PFOA een elektron op. Het gevormde $[C_7F_{15}COOH]^-$ fragmenteert vervolgens. Uit het massaspectrum kan worden opgemaakt dat bij de fragmentatie van PFOA onder andere enkele malen hetzelfde neutrale fragment Y wordt afgesplitst. Zo is het fragment behorend bij de piek van $m/z = 181$ ontstaan uit het fragment behorend bij de piek van $m/z = 231$.

- 2p **19** Leid de molecuulformule van het neutrale fragment Y af.