

Oefenopgaven (terug)titraties vwo6

[Rekenen aan titraties: een stappenplan](#)

[Terugtitratie](#)



Opgave 1

Bij de productie van margarine uit plantaardige oliën is het broomadditie-getal een maat voor hoe smeug of hard de margarine zal worden. Broom reageert met de dubbele bindingen in de olie via een additiereactie.

Het broomadditie-getal is het aantal mg broom dat aan 100 gram olie kan binden.

Het volgende experiment wordt uitgevoerd:

286,0 mg olijfolie wordt in een erlenmeyer met stop opgelost in 75 mL ethanol. Dan wordt 25,00 mL 0,0816 M broomwater toegevoegd. Na 10 minuten in het donker met de stop op de erlenmeyer wordt getitreerd met 0,0498 M natriumthiosulfaat. Daarvan is 32,14 mL nodig.

- Leg uit waarom de reactie tussen broomwater en olijfolie in het donker wordt uitgevoerd.
- Geef met behulp van halfreacties de vergelijking van de reactie tussen broom en thiosulfaat.
- Bereken het broomadditie-getal.

Opgave 2

Het hydraat van natriumsulfiet wordt bepaald door de volgende reactie uit te voeren.

Weeg 1,83 gram van het hydraat af. Los dit op in 250,0 mL water. Neem hiervan 25,00 mL en voeg daar 25,00 mL 0,1000 M zoutzuur toe. Wacht 10 minuten en kook de oplossing. Titreer dit met 0,103 M natronloog. Daarvan is 10,12 mL nodig.

- Geef de vergelijking van de reactie tussen het hydraat met x kristalwater en een overmaat zoutzuur.
- Leg uit waarom je moet koken.
- Bereken de formule van het hydraat van natriumsulfiet.

Opgave 3

Geconcentreerd fosforzuur is in de handel verkrijgbaar in de vorm van een oplossing die circa 85 massaprocent H_3PO_4 (15 M) bevat. De rest is water. Een groepje leerlingen kreeg als opdracht het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur door middel van een zuur-basetitratie te controleren. Ze moesten daarbij gebruik maken van een 0,1000 M oplossing van natriumhydroxide. De leerlingen stelden een werkplan op. In hun werkplan stond het volgende:

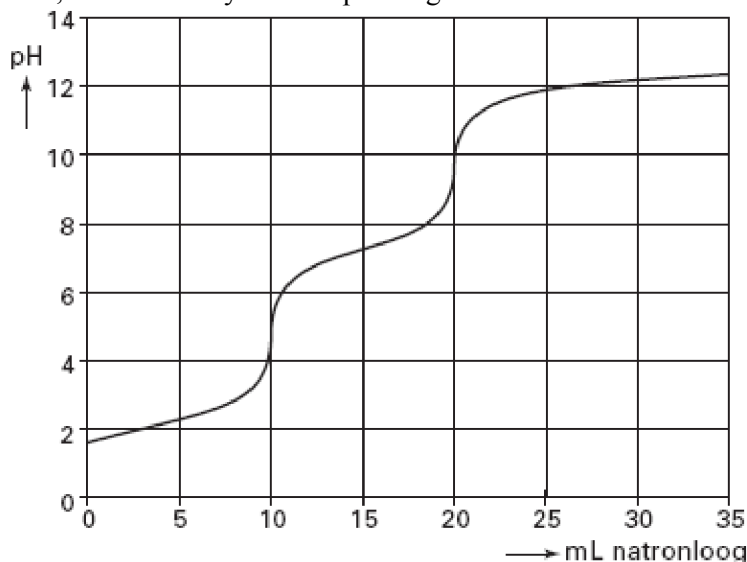
- we brengen 10,00 mL van het geconcentreerde fosforzuur in een erlenmeyer;
- we voegen een paar druppels indicator toe;

- we vullen een 50 mL buret met de natriumhydroxideoplossing;
- we titreren tot de kleur van de indicator verandert.

Toen de docent dit werkplan had bekeken, was zijn eerste reactie: „Dat redden jullie nooit met een buret!”

2p a Laat met behulp van gegevens uit deze opgave zien dat de inhoud van een buret niet voldoende is om deze titratie uit te voeren.

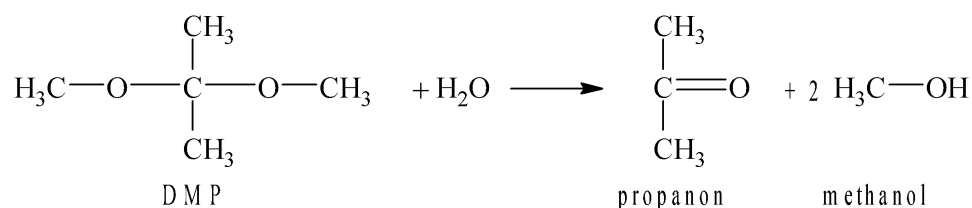
De docent wilde ook weten welke indicator de leerlingen van plan waren te gebruiken. Om hen wat op weg te helpen, vertelde hij dat de leerlingen de titratiecurve moesten gebruiken om een goede keus te kunnen maken. Ze vonden op het internet de volgende titratiecurve voor een titratie van fosforzuur met een 0,1 M natriumhydroxideoplossing.



2p b Leg aan de hand van bovenstaande titratiecurve uit welke indicator je kunt gebruiken voor de titratie van een oplossing van fosforzuur met een oplossing van natriumhydroxide.

Je kunt het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur ook bepalen door het watergehalte ervan te bepalen. Dan weet je ook het gehalte aan fosforzuur.

Het Australische bedrijf Multitator heeft een methode ontwikkeld om watergehaltes van mengsels te bepalen door middel van titratie met een oplossing van 2,2-dimethoxypropan (DMP) in cyclohexaan. DMP reageert met water onder vorming van propanon en methanol:



Vanwege het warmte-effect van deze reactie treedt tijdens de titratie een temperatuurverandering op. Wanneer alle water heeft gereageerd, houdt deze temperatuurverandering op. Door tijdens de titratie de temperatuur van de oplossing te volgen, kan men dus het eindpunt van de titratie bepalen.

5p c Ga aan de hand van een berekening van de reactiewarmte na of, zolang de reactie optreedt, de temperatuur van de oplossing in het titratievat stijgt of daalt. Gebruik bij je berekening behalve gegevens uit Binas ook de volgende gegevens:

- de vormingswarmte van 2,2-dimethoxypropan bedraagt $-4,61 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- de vormingswarmte van propanon bedraagt $-2,49 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

- zowel het reagerende water als het ontstane methanol zijn vloeibaar;
- warmte-effecten ten gevolge van mengen van vloeistoffen zijn verwaarloosbaar.

Om de reactie die tijdens de titratie optreedt met voldoende snelheid te laten optreden, wordt het oplosmiddel acetonitril gebruikt. Alle stoffen die bij de titratie zijn betrokken, lossen in acetonitril goed op.

De gehele bepaling bestaat uit drie afzonderlijke titraties. De resultaten van zo'n bepaling staan hieronder vermeld.

- Titratie van acetonitril met de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Deze titratie is nodig omdat het acetonitril een (geringe) hoeveelheid water kan bevatten. Hiervoor werd 25,00 mL acetonitril getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Voor deze titratie was 0,300 mL DMP-oplossing nodig.
- IJking van de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Hiervoor werd aan 25,00 mL acetonitril 3,000 mL van een 2,015 M oplossing van water in propaan-2-ol toegevoegd. Het aldus verkregen mengsel werd getitreerd met de DMP-oplossing. Voor deze titratie was 3,216 mL van de DMP-oplossing nodig.
- Titratie van het geconcentreerde fosforzuur.
Hiervoor werd 1,023 g van het geconcentreerde fosforzuur opgelost in 25,00 mL acetonitril. Deze oplossing werd getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Hiervan was 4,352 mL nodig. Bij alle drie de titraties werd acetonitril gebruikt uit dezelfde voorraadfles. Ook de oplossing van DMP in cyclohexaan die bij de drie titraties werd gebruikt, kwam uit een fles.

5p d Bereken het massapercentage water in het onderzochte geconcentreerde fosforzuur.

Antwoorden

Opgave 1

- a. In het licht kan broom ook een substitutiereactie aan gaan. Je wilt alleen de hoeveelheid broom meten die een additiereactie aangaat.
- b. Ox $\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Br}^-$
Red $2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{e}^-$
Redox $\text{Br}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{Br}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
- c. $32,14 \text{ mL} \times 0,0498 \text{ mmol/mL} = 1,601 \text{ mmol}$ thio reageerde bij de titratie met $1,601/2 = 0,8003 \text{ mmol Br}_2$.
Er was $25,00 \text{ mL} \times 0,0816 = 2,04 \text{ mmol Br}_2$ toegevoegd.
Dus $2,04 - 0,8003 = 1,240 \text{ mmol Br}_2$ reageerde met de olijfolie,
Dat is $1,240 \text{ mmol} \times 1589,8 = 198 \text{ mg Br}_2$.
 $198 \text{ mg} / 0,286 \text{ gram olijfolie} = 693 \text{ mg broom per gram olijfolie}$.
Dus $6,93 \cdot 10^4 \text{ mg Br}_2$ per 100 gram olijfolie.

Opgave 2

- a. $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_2 + x + 2 \text{H}_2\text{O}$
(of $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{SO}_3 + x\text{H}_2\text{O}$)
- b. Het SO_2 moet je uit de oplossing koken. SO_2 kan anders met water het zuur H_2SO_3 vormen en dat kan bij de titratie ook reageren met natronloog. Je wilt dat het natronloog alleen reageert met het H^+ dat niet met het hydraat heeft gereageerd.
- c. Er is $10,12 \text{ mL} \times 0,103 \text{ mmol/mL} = 1,04 \text{ mmol OH}^-$ toegevoegd bij de titratie.
Dus was er ook $1,04 \text{ mmol H}^+$ over.
Je had $25,00 \text{ mL} \times 0,1000 \text{ mmol/mL} = 2,500 \text{ mmol H}^+$ toegevoegd.
Dus $2,50 - 1,04 = 1,46 \text{ mmol H}^+$ heeft gereageerd met het hydraat.
1 mol hydraat : 2 mol H^+ (zie vraag a), dus $1,46/2 = 0,729 \text{ mmol}$ van het hydraat was aanwezig in $25,00 \text{ mL}$ oplossing.
In $250,0 \text{ mL}$ oplossing was dus $10 \times 0,729 \text{ mmol} = 7,29 \text{ mmol} = 0,00729 \text{ mol}$ van het hydraat.
De molaire massa van het hydraat is dan $1,83 \text{ gram} / 0,00729 \text{ mol} = 251 \text{ g/mol}$.
De molaire massa van Na_2SO_3 is 136 g/mol .
Er was dus $251 - 136 = 125 \text{ gram H}_2\text{O}$ per mol van het hydraat aanwezig.
 $125/18,015 = 7$.
Dus is de formule van het hydraat: $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Opgave 3

a

Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In 10 mL geconcentreerd fosforzuur zit $10 \times 15 = 150 \text{ mmol}$ fosforzuur. Om dat te titreren heb je (minstens) $150 / 0,1000 = 1500 \text{ mL}$ $0,1000 \text{ M}$ natriumhydroxide-oplossing nodig (dus veel meer dan in een buret van 50 mL gaat).

Opmerking

Wanneer een antwoord is gegeven waarin het benodigde aantal mmol OH is gesteld op 2×150 of 3×150 en vervolgens het benodigde aantal mL natriumhydroxide-oplossing op juiste wijze is geschat,

dit goed rekenen.

- b Maximumscore 2
Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat methylrood of thymolftaleïen gebruikt kan worden.

- notie dat een indicator gebruikt moet worden die omslaat binnen een van de steile gebieden van de titratiecurve 1
- conclusie 1

Opmerking

Wanneer na een juiste uitleg in plaats van methylrood is gekozen voor methyloranje of broomkresolgroen, of in plaats van thymolftaleïen voor fenolftaleïen, dit goed rekenen.

- c Maximumscore 5
Een juiste berekening wijst uit dat de reactiewarmte $+ 0,18 \cdot 10^5$ J per mol 2,2-dimethoxypropaan bedraagt, dus (de reactie is endotherm, dus) daalt de temperatuur tijdens de titratie.

- juiste verwerking van de vormingswarmte van 2,2-dimethoxypropaan: $+4,61 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 1
- juiste verwerking van de vormingswarmte van water: $+ 2,86 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 1
- juiste verwerking van de vormingswarmte van propanon: $-2,49 \cdot 10^5$ (J mol⁻¹) 1
- juiste verwerking van de vormingswarmte van methanol: $2 \times (-2,40 \cdot 10^5)$ (J mol⁻¹) 1
- juiste optelling van de gevonden vormingswarmten en rest van de uitleg 1

- d Maximumscore 5
Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 14,80 (massaprocent).

- berekening van het aantal mL DMP-oplossing dat reageerde met het water in de 1,023 g geconcentreerd fosforzuur en berekening van het aantal mL DMP-oplossing dat reageerde met het water in de 3,000 mL 2,015 M oplossing van water in propaan-2-ol: 0,300 (mL) aftrekken van 4,352 (mL) respectievelijk 3,216 (mL) 1
- berekening van het aantal mmol water in 3,000 mL 2,015 M oplossing van water in propaan-2-ol: 3,000 (mL) vermenigvuldigen met 2,015 (mmol mL⁻¹) 1
- omrekening van het aantal mmol water in 3,000 mL 2,015 M oplossing van water in propaan-2-ol naar het aantal mmol water in 1,023 g geconcentreerd fosforzuur: vermenigvuldigen met het aantal mL DMP-oplossing dat reageerde met het water in de 1,023 g geconcentreerd fosforzuur en delen door het aantal mL DMP-oplossing dat reageerde met het water in de 3,000 mL 2,015 M oplossing van water in propaan-2-ol 1
- omrekening van het aantal mmol water in 1,023 g geconcentreerd fosforzuur naar het aantal g water in 1,023 g geconcentreerd fosforzuur: vermenigvuldigen met de massa van een mmol water (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 18,015 mg) en met 10^{-3} 1
- omrekening van het aantal g water in 1,023 g geconcentreerd fosforzuur naar het massapercentage: delen door 1,023 (g) en vermenigvuldigen met 10^2 1

