

UITWERKINGEN TITRATIES V6

De gebruikte massa's, volumes en molariteiten kunnen afwijken van jouw waarden.

Titratie 1 Ammoniakgehalte in ammonia

Aanname: er is 12,32 mL 0,1025 M zwavelzuuroplossing (H₂SO₄) gebruikt.

Dit levert: $12,32 \times 0,1025 \times 2 = 2,526 \text{ mmol H}_3\text{O}^+$.

Titratie reactie: $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

Er heeft dus 2,526 mmol NH₃ gereageerd (molverhouding = 1 : 1).

Dit zat in 10,00 mL ammonia (pipet) die je 10 keer verdund hebt (maatkolf).

Dus 25,26 mmol NH₃ per 10,00 mL $\hat{=}$ 2,526 mmol per mL $\hat{=}$ 2,526 mol per L.

$2,526 \text{ mol NH}_3 \times 17,031 = 43,01 \text{ gram per liter}$.

Als we aannemen dat 1,000 L ammonia 1000 g weegt komt dat neer op:

$43,01 / 1000 \times 100 = 4,301 \text{ massaprocent}$.

Volgens de fabrikant bevat huishoudammonia maximaal 5% NH₃.

Titratie 2 Gekristalliseerd natriumcarbonaat

A. Stel: 2,00 gram Na₂CO₃·xH₂O afgewogen

Een verbruik van 13,69 mL 0,1021 M HCl-oplossing (uit buret).

B. $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}$

C. * Aantal mmol H₃O⁺ uit buret: $13,69 \times 0,1021 = 1,398 \text{ mmol H}_3\text{O}^+$

* Aantal mmol CO₃²⁻: $\frac{1,398}{2} = 0,6989 \text{ mmol CO}_3^{2-}$ (molverhouding: zie reactievergl.)

* Er was 2,00 g Na₂CO₃·xH₂O opgelost in 100,0 mL, dus in pipet van 10,00 mL zat 0,200 g (= 200 mg) Na₂CO₃·xH₂O.

Dit komt overeen met 0,6989 mmol Na₂CO₃·xH₂O.

* Molmassa Na₂CO₃·xH₂O = $\frac{200 \text{ mg}}{0,6989 \text{ mmol}} = 286 \text{ mg mmol}^{-1} = 286 \text{ g mol}^{-1}$.

* Bijdrage Na₂CO₃: 105,99 gram per mol

* Bijdrage xH₂O: $286 - 105,99 = 180 \text{ gram per mol}$

* Aantal moleculen kristalwater: $x = \frac{180}{18,015} = 10$.

Titratie 3 Bepaling gehalte azijnzuur in azijn

Deel 1. Het stellen van natronloog met oxaalzuur

Stel: 0,600 g H₂C₂O₄·2H₂O afgewogen en 9,42 mL NaOH-oplossing gebruikt.

Molmassa H₂C₂O₄·2H₂O: $90,036 + 2 \times 18,015 = 126,066 \text{ g mol}^{-1} = 126,066 \text{ mg mmol}^{-1}$.

Aantal mmol H₂C₂O₄·2H₂O: $\frac{600 \text{ mg}}{126,066 \text{ mg mmol}^{-1}} = 4,76 \text{ mmol opgelost tot } 100,0 \text{ mL opl.}$

10,00 mL hiervan gepipetteerd: 0,476 mmol H₂C₂O₄.

Titratie reactie: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Aantal mmol OH⁻: $2 \times 0,476 = 0,952 \text{ mmol}$ (molverhouding: zie reactievergelijking).

Molariteit NaOH-oplossing: $\frac{0,952 \text{ mmol}}{9,42 \text{ mL}} = 0,1011 \text{ mmol mL}^{-1} = 0,1011 \text{ M}$.

Deel 2. Bepaling azijnzuurgehalte

Stel: **Tafelazijn** gebruikt en **7,16 mL** 0,1011 M NaOH-oplossing.

Volgens de Warenwet moet tafelazijn *minstens* 4 g azijnzuur per 100 g azijn bevatten.

Titratie reactie: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

Aantal mmol OH^- : $7,16 \text{ mL} \times 0,1011 \text{ mmol mL}^{-1} = 0,724 \text{ mmol OH}^-$.

Aantal mmol CH_3COOH : 0,724 mmol (molverhouding: zie reactievergelijking).

Dit zat in 10,00 mL verdunde azijn, dus $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{verdund}} = \frac{0,724 \text{ mmol}}{10,00 \text{ mL}} = 0,0724 \text{ M}$.

De azijn was 10 keer verdund, dus $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{onverdund}} = 10 \times 0,0724 \text{ M} = 0,724 \text{ M}$.

Molmassa CH_3COOH : $60,053 \text{ g mol}^{-1}$.

Aantal gram CH_3COOH per liter: $0,724 \times 60,053 = 43,5 \text{ g}$.

Als azijn een dichtheid heeft van $1,0 \text{ g mL}^{-1}$, dan komt het berekende gehalte overeen met 4,3 g azijnzuur per 100 g azijn. De azijn voldoet aan de eisen van de Warenwet.

Titratie 4 Bepaling gehalte calciumcarbonaat in schoolkrijt

A. Stel: **0,651 g** krijt afgewogen en bij de titratie is **8,76 mL** 0,09984 M natronloog gebruikt.

B. Toelichting: Er wordt een bekende overmaat zwavelzuur gebruikt. Een deel hiervan reageert met calciumcarbonaat uit krijt. Het restant wordt getitreerd met natronloog. Het aantal mmol zwavelzuur dat met calciumcarbonaat reageert = totale aantal mmol – aantal mmol dat met NaOH-oplossing heeft gereageerd.

* totale aantal mmol toegevoegd zwavelzuur: $50,00 \text{ mL} \times 0,1049 \text{ M} = 5,245 \text{ mmol H}_2\text{SO}_4$.

* aantal mmol natronloog uit buret: $8,76 \times 0,09984 = 0,875 \text{ mmol NaOH}$.

* reactievergelijking: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$

* molverhouding $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{NaOH} = 1 : 2$

* aantal mmol zwavelzuur dat met NaOH-opl. heeft gereageerd: $\frac{1}{2} \times 0,875 = 0,437 \text{ mmol}$ (volgens molverhouding)

* hoeveelheid H_2SO_4 dat met CaCO_3 heeft gereageerd: $5,245 - 0,437 = 4,808 \text{ mmol}$.

C. * reactievergelijking: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{ H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2\text{O}$

* molverhouding $\text{CaCO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 : 1$.

* aantal mmol CaCO_3 in krijt: 4,808 mmol (volgens molverhouding)

* aantal mg CaCO_3 in krijt: $4,808 \times 100,09 = 481 \text{ mg} = 0,481 \text{ g}$

* massapercentage CaCO_3 in krijt: $\frac{0,481 \text{ g CaCO}_3}{0,651 \text{ g krijt}} \times 100\% = 73,9\%$.

D. Verschillen in uitkomst kunnen ontstaan als de samenstelling van de krijtjes niet helemaal homogeen is.

E. Neem aan dat de hier gebruikte meetwaarden al gemiddelden zijn.

F. Bij de reactie van calciumcarbonaat met zuur ontstaat CO_2 . Dit lost gedeeltelijk op in water en vormt H_2CO_3 volgens: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$. Als er gekookt wordt, zal CO_2 als gas ontsnappen; het hiervoor genoemde evenwicht verschuift naar links en er wordt geen H_2CO_3 gevormd.

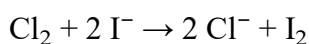
Als er niet wordt gekookt, zal er ook H_2CO_3 in het mengsel aanwezig zijn dat met de NaOH-oplossing reageert. Er is dan meer NaOH-oplossing nodig, waardoor je een te kleine hoeveelheid calciumcarbonaat berekent. Je vindt dan een te laag gehalte.

Titratie 5 **Het gehalte werkzaam chloor in bleekwater**

A. Verbruik: 11,84 mL 0,1000 M natriumthiosulfaatoplossing.

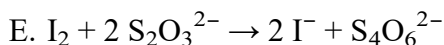
B. Door toevoegen van zwavelzuur (H_3O^+ of H^+) wordt Cl_2 gevormd, zoals aangegeven in de tekst.

Het gevormde Cl_2 reageert met het toegevoegde I^- tot I_2 (zie evt. tabel 48 voor halfreacties):



C. In de tekst zie je dat de hoeveelheden niet nauwkeurig zijn (volumes niet met decimalen weergegeven). Dat hoeft ook niet, want er kan nooit meer I_2 ontstaan dan er aan Cl_2 aanwezig is, ongeacht hoeveel I^- je toevoegt. De hoeveelheid ontstane I_2 wordt bepaald bij de titratie.

D. Cl_2 lost slecht op in water en zal als gas uit de oplossing willen ontsnappen. Als je eerst zwavelzuur toevoegt, ontstaat er direct Cl_2 voordat het kan reageren met I^- . Een deel van Cl_2 is dan al verdwenen. Als je eerst KI-oplossing toevoegt, reageert het gevormde Cl_2 direct met I^- .



F. Aantal mmol thio: $11,84 \times 0,1000 = 1,184$ mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.

Aantal mmol I_2 : $\frac{1}{2} \times 1,184 = 0,5920$ mmol I_2 (volgens molverhouding bij E.)

Molverhouding $\text{I}_2 : \text{Cl}_2 : \text{ClO}^- = 1 : 1 : 1$, dus was er 0,5920 mmol ClO^- aanwezig.

G. Bleekwater is met een factor 10 verdund, dus in 10,00 mL onverdund bleekwater is 5,920 mmol ClO^- aanwezig; dus ook 5,920 mmol NaClO.

5,920 mmol NaClO weegt $5,920 \times 74,443 = 440,7$ mg = 0,4407 gram.

Per 100 mL (= 100 g) bleekwater is dus 4,407 gram NaClO aanwezig.

Volgens de fabrikant is het gehalte maximaal 5 gram NaClO per 100 gram bleekwater.

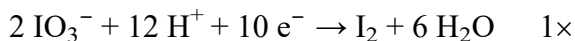
Titratie 6 **Bepaling van het vitamine C-gehalte**

A. Massa tablet: 280 mg; Verbruik: 9,47 mL KIO_3 -oplossing

Volume sap: 100 mL; Verbruik: 5,68 mL KIO_3 -oplossing.

B. Zowel IO_3^- als I^- worden omgezet in I_2 . De halfreactie van I_2/I^- staat in BINAS.

De halfreactie van IO_3^-/I_2 moet je zelf opstellen:



----- + en delen door 2



C. I_2 komt van de reactie van IO_3^- (uit de buret) met I^- en H^+ in de erlenmeyer.

Zodra een druppel met IO_3^- uit de buret in de erlenmeyer komt, wordt het omgezet in I_2 en dit reageert vervolgens direct met $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

D. Als alle $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ op is, wordt I_2 niet meer omgezet en zal met zetmeel de oplossing blauw/zwart kleuren.

E. Nee. Als $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ langzaam met I_2 reageert, zal er enige tijd ongereageerd I_2 in de erlenmeyer aanwezig zijn. Met het aanwezige zetmeel zal dit direct blauw kleuren en dan kun je geen eindpunt bepalen.

F. Aantal mmol IO_3^- uit buret: $9,47 \text{ mL} \times 0,0100 \text{ M} = 0,0947 \text{ mmol IO}_3^-$.

Dit reageert tot $3 \times 0,0947 = 0,284 \text{ mmol I}_2$ (reactie bij B).

Er was dus ook $0,284 \text{ mmol C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ aanwezig (reactie in voorschrift).

G. $M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176,124 \text{ g per mol} = 176,124 \text{ mg per mmol}$.

$0,284 \text{ mmol} \times 176,124 \text{ mg mmol}^{-1} = 50,0 \text{ mg C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ in één tablet van 280 mg .

$$\frac{50,0 \text{ mg vitamine C}}{280 \text{ mg tablet}} \times 100\% = 17,9\%.$$

H. Aantal mmol IO_3^- uit buret: $5,68 \text{ mL} \times 0,0100 \text{ M} = 0,0568 \text{ mmol IO}_3^-$.

Dit reageert tot $3 \times 0,0568 = 0,170 \text{ mmol I}_2$ (reactie bij B).

Er was dus ook $0,170 \text{ mmol C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ aanwezig in 100 mL sinaasappelsap.

$M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176,124 \text{ g per mol} = 176,124 \text{ mg per mmol}$

$0,170 \times 176,124 = 30,0 \text{ mg C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ in 100 mL sinaasappelsap.

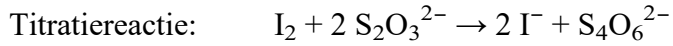
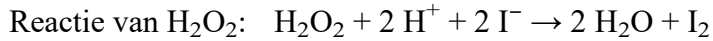
Titratie 7 **Bepaling van het gehalte H_2O_2 in waterstofperoxide**

A. De zwavelzuur is bedoeld om aan te zuren (H_2O_2 is een sterkere oxidator in aanwezigheid van H^+). Je zorgt dan voor een overmaat, dus kan dat gewoon met een maatcilinder.

B. Ook KI wordt in overmaat toegevoegd. Dit mag een willekeurige (dus niet precies bekende) overmaat zijn. Het is de bedoeling dat er I_2 gevormd wordt (zodat dit met thiosulfaat getitreerd kan worden) en de hoeveelheid I_2 die ontstaat wordt bepaald door de hoeveelheid H_2O_2 die met I^- reageert.

C. Dat hangt af van de nauwkeurigheid van de massa van de H_2O_2 -oplossing. De molariteit van de thiosulfaatoplossing moet minstens in hetzelfde aantal significante cijfers weergegeven worden (volumes van de buret worden in 4 significante cijfers gegeven).

D. Aanname: Er is 3,02 g H_2O_2 -oplossing afgewogen en 11,42 mL 0,108 M thiosulfaat gebruikt bij de titratie.



* aantal mmol thio: $11,42 \times 0,108 = 1,23 \text{ mmol } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

* aantal mmol I_2 : $\frac{1}{2} \times 1,23 = 0,617 \text{ mmol } \text{I}_2$ (molverhouding 1 : 2)

* aantal mmol H_2O_2 : 0,617 mmol (molverhouding 1 : 1)

* aantal g H_2O_2 : $0,617 \times 34,015 = 21,0 \text{ mg } \text{H}_2\text{O}_2 = 0,0210 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2$

* dit zit in 25,0 mL van de oplossing, dus in de oorspronkelijk oplossing (van 100 mL) zat:
 $4 \times 0,0210 = 0,0839 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2$

* percentage: $\frac{0,0839 \text{ g } \text{H}_2\text{O}_2}{3,02 \text{ g oplossing}} \times 100\% = 2,78\%$

Oefen met titratieopgaven? Zie <https://chemielokaal.jouwweb.nl/vwo>.