
Opgave 1

Wat is het “theoretisch eindpunt”?

Het theoretisch eindpunt is het titratievolume waarbij de bedoelde reactie precies is afgelopen.

En wat is dan het “praktisch eindpunt”?

Het praktisch eindpunt is het “eindpunt dat je ziet”, het titratievolume waarbij je de titratie stopt op grond van een meting of waarneming, bijvoorbeeld dat de indicator van kleur verandert.

Opgave 2

- a De druppelfout is ongeveer 0,03 mL, hoe groot is dan de procentuele onnauwkeurigheid in een verbruik van ongeveer 20 mL?

Onnauwkeurigheid in procent: $0,03 / 20 \times 100\% = 0,15\%$

- b En bij een verbruik van 10 mL?

Dan wordt de procentuele onnauwkeurigheid $2 \times$ zo groot:

$0,03 / 20 \times 100\% = 0,3\%$

Opgave 3

Als je te snel titreert dan blijft er een laagje titreervloeistof achter aan de binnenwand van de buret (klassieke buret). Hieruit kunnen druppels ontstaan die niet meer omlaag naar de vloeistof lopen.

Is in dat geval het bij een titratie afgelezen volume te groot of te klein?

Deze druppels worden ook afgelezen als “verbruikt”. Ze zitten immers niet meer in de vloeistof! Je leest dus een te groot volume af.

Opgave 4

Je titreert 23,55 mL H_2SO_4 -oplossing waarin $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0502 \text{ mol/L}$.

Hoeveel mmol H_2SO_4 is dat?

$\text{mol/L} = \text{mmol/mL}$

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 23,55 \text{ mL} \times 0,0502 \text{ mmol/mL} = 1,182 \text{ mmol}$$

Opgave 5

10,00 mL azijnzuuroplossing wordt getitreerd met 23,56 mL NaOH-oplossing met $c(\text{NaOH}) = 0,1020 \text{ mol/L}$.

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

- a Hoeveel mmol NaOH werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 23,56 \text{ mL} \times 0,1020 \text{ mmol/mL} = 2,403 \text{ mmol}$$

- b Hoeveel mmol azijnzuur bevat 10,00 mL?

De reactie is 1 op 1. Dus 2,403 mmol NaOH reageert met 2,403 mmol CH₃COOH.

De 10,00 mL azijnzuuroplossing bevat 2,403 mmol azijnzuur.

- c Hoeveel mmol azijnzuur bevat dan 1,000 liter van hetzelfde monster?

In 10,00 mL: 2,403 mmol, dat is 0,2403 mmol per mL,

in 1000 mL: 1000 mL $\times$ 0,2403 mmol/mL = 240,3 mmol

Maar je kunt natuurlijk ook meteen zeggen: in 1000 mL zit 100 $\times$ zoveel als in 10 mL

Opgave 6

20,00 mL azijnzuuroplossing wordt getitreerd met 22,63 mL NaOH-oplossing waarin $c(\text{NaOH}) = 0,0487 \text{ mol/L}$.

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

Of: $\text{HAc} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O}$

- a Hoeveel mmol NaOH werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 22,63 \text{ mL} \times 0,0487 \text{ mmol/mL} = 1,102 \text{ mmol}$$

- b Hoeveel mmol azijnzuur bevat 20,00 mL monster?

1,102 mmol NaOH reageert met: 1,102 mmol azijnzuur.

Evenveel als NaOH want de reactie is 1 op 1.

- c Hoeveel mmol azijnzuur bevat dan 1000 mL monster?

20,00 mL bevat 1,102 mmol HAc, dat is $1,102 / 20 = 0,0551 \text{ mmol/mL}$

1000 mL bevat dan: $1000 \times 0,0551 = 55,1 \text{ mmol}$

Opgave 7

25,00 mL zoutzuur waarin $c(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/L}$ wordt getitreerd met 22,50 mL NaOH-oplossing.

Reactie: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Of: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

- a Hoeveel mmol HCl werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 25,00 \text{ mL} \times 0,1000 \text{ mmol/mL} = 2,500 \text{ mmol}$$

- b Hoeveel mmol NaOH bevat 22,50 mL NaOH-oplossing?

2,500 mmol HCl reageert met: 2,500 mmol NaOH.

Evenveel als HCl want de reactie is 1 op 1.

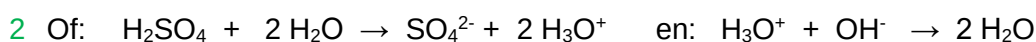
- c Hoe groot is de analytische concentratie van de NaOH-oplossing?

$$c(\text{NaOH}) = 2,500 \text{ mmol} / 22,50 \text{ mL} = 0,1111 \text{ mmol/mL} \quad \blacktriangleright \quad 0,1111 \text{ mol/L}$$

Opgave 8

25,00 mL H₂SO₄-oplossing waarin $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \text{ mol/L}$, wordt getitreerd met 35,00 mL van een NaOH-oplossing.

- a Geef de reactievergelijking.



Reactievergelijking 1 is hier handiger dan 2.

- b Hoeveel mmol H₂SO₄ werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 25,00 \text{ mL} \times 0,1000 \text{ mmol/mL} = 2,500 \text{ mmol}$$

- c Hoeveel mmol NaOH werd getitreerd?

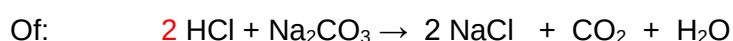
2,500 mmol H₂SO₄ reageert met: 2 / 1 $\times$ 2,500 mmol NaOH. Dat is: 5,000 mmol NaOH.

- d Hoe groot is de concentratie van de NaOH-oplossing?

$$c(\text{NaOH}) = 5,000 \text{ mmol} / 35,00 \text{ mL} = 0,1429 \text{ mmol/mL} \quad \blacktriangleright \quad 0,1429 \text{ mol/L}$$

Opgave 9

Voor de bepaling van de analytische concentratie van verdund zoutzuur in de buret, weeg je 168,5 mg kristalsoda Na₂CO₃·10H₂O af. Je lost het op en titreert met 12,75 mL HCl-oplossing.



- a Hoeveel mmol Na₂CO₃ bevat de inweeg?

$$n = m / M \quad 168,5 \text{ mg} / 286,14 \text{ mg/mmol} = 0,5889 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$$

- b Hoeveel mmol HCl reageert hiermee?

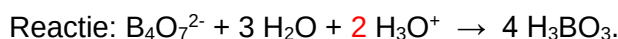
$$0,5889 \text{ mmol CO}_3^{2-} \text{ reageert met } 2 / 1 \times 0,5889 = 1,178 \text{ mmol HCl}$$

c Hoe groot is de analytische concentratie van de HCl-oplossing?

$$c = n(\text{titrant}) / V \quad \blacktriangleright \quad 1,178 \text{ mmol} / 12,75 \text{ mL} = 0,0924 \text{ mol/L}$$

Opgave 10

Verdund zoutzuur wordt *gesteld* op borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).



Afgewogen wordt 424,0 mg borax en dit wordt opgelost. De oplossing wordt getitreerd met verdund zoutzuur, verbruik: 21,35 mL.

a Hoeveel mmol $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ bevat de inweeg?

$$n = m / M \quad 424,0 \text{ mg} / 381,37 \text{ mg/mmol} = 1,112 \text{ mmol } \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$$

b Hoeveel mmol HCl reageert hiermee?

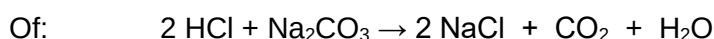
$$1,112 \text{ mmol } \text{B}_4\text{O}_7^{2-} \text{ reageert met: } 2 / 1 \times 1,112 = 2,2236 \text{ mmol } \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (dus HCl)}$$

c Bereken de analytische concentratie van de HCl-oplossing.

$$c = n(\text{titrant}) / V \quad \blacktriangleright \quad 2,2236 \text{ mmol} / 21,35 \text{ mL} = 0,1041 \text{ mmol/mL (mol/L)}$$

Opgave 11

155,1 mg kristalsoda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ wordt opgelost en getitreerd met 11,23 mL HCl-oplossing.



a Hoeveel mmol Na_2CO_3 bevat de inweeg?

$$n = m / M \quad 155,1 \text{ mg} / 286,14 \text{ mg/mmol} = 0,5420 \text{ mmol } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

b Hoeveel mmol HCl reageert hiermee?

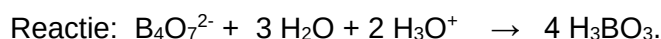
$$0,54204 \text{ mmol } \text{CO}_3^{2-} \text{ reageert met } 2 / 1 \times 0,54204 = 1,0841 \text{ mmol HCl}$$

c Hoe groot is de analytische concentratie van de HCl-oplossing?

$$c = n(\text{titrant}) / V \quad \blacktriangleright \quad 1,0841 \text{ mmol} / 11,23 \text{ mL} = 0,0965 \text{ mol/L}$$

Opgave 12

Je weegt 382,80 mg borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) af, lost het op en titreert met verdund zoutzuur, verbruik: 25,22 mL.



a Hoeveel mmol $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ bevat de inweeg?

$$n = m / M \quad 382,80 \text{ mg} / 381,37 \text{ mg/mmol} = 1,0037 \text{ mmol } \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$$

b Hoeveel mmol HCl reageert hiermee?

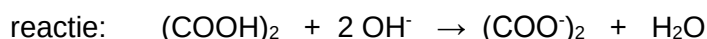
$$1,0038 \text{ mmol } \text{B}_4\text{O}_7^{2-} \text{ reageert met: } 2 / 1 \times 1,0037 = 2,0075 \text{ mmol } \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (dus HCl)}$$

c Hoe groot is de analytische concentratie van de HCl-oplossing?

$$c = n(\text{titrant}) / V \quad \blacktriangleright \quad 2,0075 \text{ mmol} / 25,22 \text{ mL} = 0,0796 \text{ mmol/mL (mol/L)}$$

Opgave 13

155,8 mg oxaalzuurdihydraat ($(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wordt opgelost en getitreerd met 28,33 mL NaOH-oplossing.



a Hoeveel mmol $(\text{COOH})_2$ bevat de inweeg?

$$n = m / M \quad 155,8 \text{ mg} / 126,07 \text{ mg/mmol} = 1,2358 \text{ mmol } (\text{COOH})_2$$

b Hoeveel mmol NaOH reageert hiermee?

$$0,12358 \text{ mmol } (\text{COOH})_2 \text{ reageert met: } 2 / 1 \times 1,2358 = 2,4716 \text{ mmol NaOH}$$

c Hoe groot is de analytische concentratie van de NaOH-oplossing?

$$c = n(\text{titrant}) / V \quad \blacktriangleright \quad 2,4716 \text{ mmol} / 28,33 \text{ mL} = 0,08725 \text{ mmol/mL (mol/L)}$$

Opgave 14

Van een mengsel van NaCl en Na_2CO_3 wordt 245,0 mg afgewogen en opgelost. Na iets verdunnen wordt de oplossing getitreerd met een HCl-oplossing, $c(\text{HCl}) = 0,0955 \text{ mol/L}$.

Alleen het Na_2CO_3 reageert met het zuur. Bedenk daarbij dat het Na_2CO_3 in de oplossing gesplitst is in: $2 \text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

Titratiereactie: $2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ Verbruik: 20,11 mL.

a Hoeveel mmol HCl werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 20,11 \text{ mL} \times 0,0955 \text{ mmol/mL} = 1,9205 \text{ mmol HCl}$$

b Hoeveel mmol Na_2CO_3 heeft daarmee gereageerd?

$$1,9205 \text{ mmol HCl reageert met: } 1 / 2 \times 1,9205 \text{ mmol} = 0,9603 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3.$$

c Hoeveel mg Na_2CO_3 bevindt zich dus in de inweeg?

$$m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad m = 0,9603 \text{ mmol} \times 106,0 \text{ mg/mmol} = 101,8 \text{ mg Na}_2\text{CO}_3$$

d Hoeveel %(m/m) Na_2CO_3 bevat het mengsel?

$$m \text{ (mg)} / \text{inweeg (mg)} \times 100\% \quad \blacktriangleright \quad 101,8 \text{ mg} / 245,0 \text{ mg} \times 100\% = 41,54\%(m/m)$$

Opgave 15

Ter bepaling van het melkzuurgehalte in een monster melkpoeder wordt **1,853 g** melkpoeder afgewogen en opgelost. De oplossing wordt getitreerd met een natronloog met $c(\text{NaOH}) = 0,200 \text{ mol/L}$.

Reactie: $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CHOHCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ Verbruik: 4,23 mL.

a Hoeveel mmol NaOH werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 4,23 \text{ mL} \times 0,200 \text{ mmol/mL} = 0,846 \text{ mmol NaOH}$$

b Hoeveel mmol melkzuur heeft hiermee gereageerd?

$$0,846 \text{ mmol NaOH reageert met: } 1 / 1 \times 0,846 \text{ mmol} = 0,846 \text{ mmol melkzuur.}$$

Of eenvoudig gezegd: evenveel als NaOH want de reactie is 1 op 1.

c Hoeveel mg melkzuur bevindt zich dus in de inweeg?

$$m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad m = 0,846 \text{ mmol} \times 90,0 \text{ mg/mmol} = 76,14 \text{ mg melkzuur}$$

d Hoeveel mg melkzuur bevat 1,000 g melkpoeder?

$$\text{Per gram melkpoeder: } 76,14 \text{ mg} / 1,853 \text{ g} = 41,09 \text{ mg/g}$$

Opgave 16

Van huishoudazijn wordt 4,000 g afgewogen en overgebracht in een conische kolf. Na toevoeging van weinig water wordt de inhoud getitreerd met een NaOH-oplossing met $c(\text{NaOH}) = 0,1023 \text{ mol/L}$.

Reactie: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ Verbruik: 28,50 mL.

- a Hoeveel mmol NaOH werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 28,50 \text{ mL} \times 0,1023 \text{ mmol/mL} = 2,916 \text{ mmol NaOH}$$

- b Hoeveel mmol CH_3COOH heeft daarmee gereageerd?

2,916 mmol NaOH reageert met: $1 / 1 \times 2,916 \text{ mmol} = 2,916 \text{ mmol melkzuur}$.

Of eenvoudig gezegd: evenveel als NaOH want de reactie is 1 op 1.

- c Hoeveel mg CH_3COOH bevindt zich dus in de inweeg?

$$m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad m = 2,916 \text{ mmol} \times 60,05 \text{ mg/mmol} = 175,1 \text{ mg azijnzuur}$$

- d Hoeveel %(m/m) CH_3COOH bevat het monster?

De inweeg in mg: $4,000 \times 1000 = 4000 \text{ mg}$

$$m \text{ (mg)} / \text{inweeg (mg)} \times 100\% \quad \blacktriangleright \quad 175,1 \text{ mg} / 4000 \text{ mg} \times 100\% = 4,377\%(m/m)$$

Opgave 17

Van een monster gootsteenontstopper, dat voor een groot deel uit NaOH bestaat, wordt 150,0 mg afgewogen en opgelost. De oplossing wordt getitreerd met een HCl-oplossing met $c(\text{HCl}) = 0,0975 \text{ mol/L}$.

Reactie: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Verbruik: 20,11 mL zoutzuur.

- a Hoeveel mmol HCl werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 20,11 \text{ mL} \times 0,0975 \text{ mmol/mL} = 1,961 \text{ mmol HCl}$$

- b Hoeveel mmol NaOH heeft daarmee gereageerd?

Reactie 1 : 1 dus: evenveel: 1,961 mmol NaOH

- c Hoeveel mg NaOH bevindt zich dus in de inweeg?

$$m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad m = 1,9607 \text{ mmol} \times 40,00 \text{ mg/mmol} = 78,43 \text{ mg NaOH}$$

- d Hoeveel %(m/m) NaOH bevat het monster?

$$m \text{ (mg)} / \text{inweeg (mg)} \times 100\% \quad \blacktriangleright \quad 78,43 \text{ mg} / 150,0 \text{ mg} \times 100\% = 52,29\%(m/m)$$

Opgave 18

Van een monster huishoudammonia (oplossing van NH_3 in water), wordt 210,4 mg afgewogen en opgelost. De oplossing wordt getitreerd met een HCl-oplossing met $c(\text{HCl}) = 0,1029 \text{ mol/L}$. Verbruik: 12,57 mL

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

- a Hoeveel mmol HCl werd getitreerd?

$$n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad n = 12,57 \text{ mL} \times 0,1029 \text{ mmol/mL} = 1,294 \text{ mmol HCl}$$

- b Hoeveel mmol NH_3 heeft daarmee gereageerd?

Reactie 1 : 1 dus: evenveel: 1,294 mmol HCl

- c Hoeveel mg NH_3 bevindt zich dus in de inweeg?

$$m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad m = 1,2935 \text{ mmol} \times 17,03 \text{ mg/mmol} = 22,03 \text{ mg NH}_3$$

- d Hoeveel %(m/m) NH_3 bevat het monster?

$$m \text{ (mg)} / \text{inweeg (mg)} \times 100\% \quad \blacktriangleright \quad 22,03 \text{ mg} / 210,4 \text{ mg} \times 100\% = 10,47\%(m/m)$$

Opgave 19

De onnauwkeurigheid van een inweeg is in de orde van 0,5 mg.

- a Hoe groot is de procentuele onnauwkeurigheid in een inweeg van 80 mg?

$$0,5 / 80 \times 100\% = 0,6\%$$

- b En als men 500 mg zou afwegen?

$$0,5 / 500 \times 100\% = 0,1\%$$

Het is dus beter (nauwkeuriger) iets meer af te wegen dan 80 mg.

Liever: meer dan 100 mg.

Opgave 20

Om een HCl-oplossing te stellen weeg je 502,5 mg Na_2CO_3 af. Je lost het op en brengt het over naar een maatkolf van 100,0 mL. Na aanvullen pipetteer je hiervan 25,00 mL en titreert met 25,97 mL HCl-oplossing.

Titratie reactie: $2 \text{ H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ Verbruik: 25,97 mL.

- a Hoeveel mmol Na_2CO_3 bevat de 25 mL?

$$\text{de inweeg in mmol: } 502,5 \text{ mg} / 106,0 \text{ mg/mmol} = 4,741 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$$

dit wordt opgelost in 100 mL, hieruit wordt 25 mL gepipetteerd,

in deze 25 mL zit dan: $(25 \text{ mL} / 100 \text{ mL}) \times 4,741 \text{ mmol} = 1,185 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$

b Hoeveel mmol HCl reageert hiermee?

1,185 mmol Na_2CO_3 reageert met $2 \times 1,1853 \text{ mmol} = 2,371 \text{ mmol HCl}$

c Hoe groot is de concentratie van de HCl-oplossing?

$c(\text{HCl}) = n / V \rightarrow c(\text{HCl}) = 2,3705 \text{ mmol} / 25,97 \text{ mL} = 0,0913 \text{ mol/L}$

Opgave 21

2525 mg oxaalzuurdihydraat $((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ wordt opgelost tot 250 mL. Hiervan wordt 25,00 mL getitreerd met 38,17 mL NaOH-oplossing.

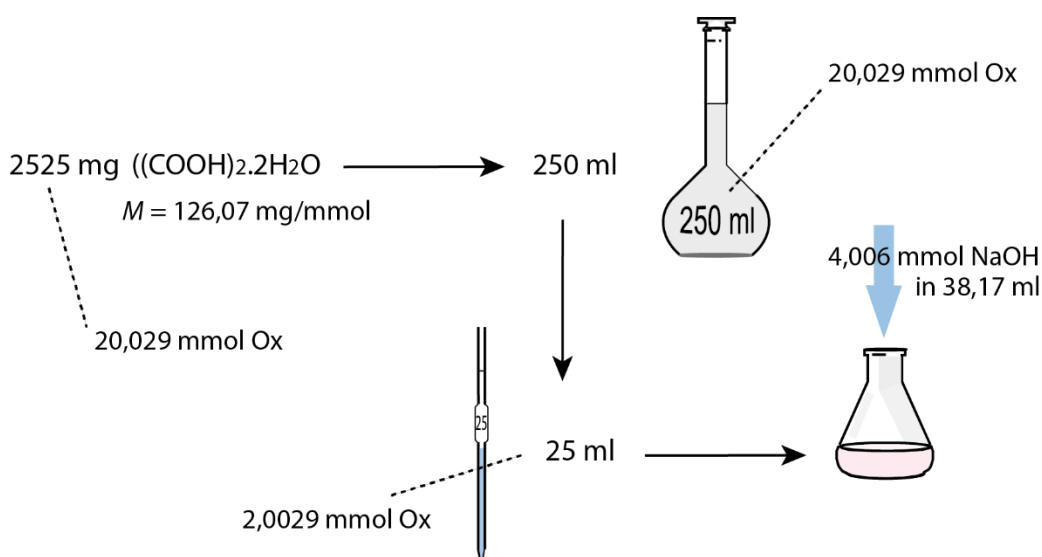
Reactie: $(\text{COOH})_2 + 2 \text{ OH}^- \rightarrow (\text{COO}^-)_2 + \text{H}_2\text{O}$ Bereken $c(\text{NaOH})$.

In de inweeg zit: $2525 \text{ mg} / 126,07 \text{ mg/mmol} = 20,029 \text{ mmol}$ oxaalzuur.

Dit zit in 250,00 mL, in 25,00 mL zit dan: $25/250 \times 20,029 = 2,0029 \text{ mmol}$ oxaalzuur

Dit reageert met $2 \times 2,0029 \text{ mmol} = 4,006 \text{ mmol NaOH}$.

Zoveel NaOH zit in 38,17 mL dus $c(\text{NaOH}) = 4,006 \text{ mmol} / 38,17 \text{ mL} = 0,1049 \text{ mmol/mL}$



Opgave 22

Om de (analytische) concentratie van een standaardzoutzuuroplossing te bepalen weeg je

af: 708,0 mg kristalsoda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Je lost het op en brengt het over naar een maatkolf van 100,0 mL. Na aanvullen pipetteer je hiervan 25,00 mL en titreert met 11,25 mL HCl-oplossing.



Hoe groot is de analytische concentratie van HCl in de HCl-oplossing?

In de inweeg zit: $708,0 \text{ mg} / 286,14 \text{ mg/mmol} = 2,4743 \text{ mmol } \text{CO}_3^{2-}$

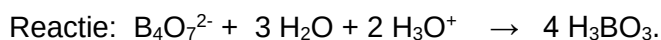
Dit is opgelost in 100,0 mL, in 25,00 mL zit dan: $(25/100) \times 2,4743 = 0,6186 \text{ mmol } \text{CO}_3^{2-}$

Dit reageert met $2 \times 0,6186 \text{ mmol} = 1,237 \text{ mmol NaOH}$.

Zoveel NaOH zit in 11,25 mL dus $c(\text{NaOH}) = 1,237 \text{ mmol} / 11,25 \text{ mL} = 0,1100 \text{ mol/L}$

Opgave 23

Een HCl-oplossing wordt gesteld op borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).



Afgewogen wordt 4,5000 g borax en dit wordt opgelost tot 250,0 mL. Hiervan wordt 25,00 mL getitreerd met een HCl-oplossing. Verbruik: 22,50 mL.

Bereken de analytische concentratie van de HCl-oplossing.

Inweeg: $n = m / M \rightarrow 4500,0 \text{ mg} / 381,37 \text{ mg/mmol} = \text{mmol } \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$

Dit is opgelost in 250,0 mL, in 25,00 mL zit dan: $(25/250) \times 11,800 = 1,1800 \text{ mmol } \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$

Dit reageert met $2 \times 1,1800 \text{ mmol} = 2,3599 \text{ mmol HCl}$.

Zoveel HCl zit in 22,50 mL dus $c(\text{HCl}) = 2,3599 \text{ mmol} / 22,50 \text{ mL} = 0,1049 \text{ mol/L}$

Opgave 24

Van huishoudsoda wordt 5,2541 g afgewogen en opgelost tot 500,0 mL. Hiervan wordt 25,00 mL getitreerd met zoutzuur ($c(\text{HCl}) = 0,0992 \text{ mol/L}$). Verbruik: 19,34 mL.



a Hoeveel mmol HCl is getitreerd?

$$n = V \times c \rightarrow 19,34 \text{ mL} \times 0,0992 \text{ mmol/mL} = 1,919 \text{ mmol}$$

- b Hoeveel mmol Na_2CO_3 bevat de 25,00 mL?
 $1,919 \text{ mmol HCl reageert met } \frac{1}{2} \times 1,9185 \text{ mmol} = 0,9593 \text{ mmol CO}_3^{2-}$
- c Hoeveel mmol Na_2CO_3 bevat de 500,0 mL oplossing?
In 500 mL: $500 / 25 \times 0,95926 \text{ mmol} = 19,19 \text{ mmol CO}_3^{2-}$
- d Hoeveel mg Na_2CO_3 bevat de 500,0 mL oplossing?
 $m = n \times M \rightarrow 19,185 \text{ mmol} \times 105,99 \text{ mg/mmol} = 2033 \text{ mg}$
- e Hoeveel %(m/m) Na_2CO_3 bevat het monster?
Massa-%: $2,033 \text{ g} / 5,2541 \text{ g inweeg} \times 100\% = 38,70 \text{ \%(m/m)}$

Opgave 25

Van huishoudazijn wordt 15,640 g afgewogen en overgebracht in een maatkolf van 100,0 mL. Uit deze oplossing wordt 25,00 mL gepipetteerd in een erlenmeyer en na toevoeging van weinig water wordt de inhoud getitreerd met een NaOH-oplossing met $c(\text{NaOH}) = 0,1107 \text{ mol/L}$.

Reactie: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ Verbruik: 23,55 mL.

- a Hoeveel mmol CH_3COOH bevat de maatkolf van 100,0 mL?
 $n = V \times c \rightarrow 23,55 \text{ mL} \times 0,1107 \text{ mmol/mL} = 2,607 \text{ mmol NaOH getitreerd}$,
reactie 1 : 1 dus evenveel CH_3COOH in 25,00 mL getitreerd volume.
100,0 mL oplossing bevat dan: $100 / 25 \times 2,607 = 10,43 \text{ mmol CH}_3\text{COOH}$.
- b Hoeveel mg CH_3COOH bevindt zich in de inweeg?
De inweeg is volledig in de maatkolf gegaan. Inweeg bevat dus 10,428 mmol CH_3COOH . Dat is: $10,428 \text{ mmol} \times 60,05 \text{ mg/mmol} = 626,2 \text{ mg CH}_3\text{COOH}$.
 $\rightarrow 0,6262 \text{ g}$.
- c Hoeveel %(m/m) CH_3COOH bevat het monster?
Massa-% = $0,6262 \text{ g} / 15,640 \text{ g} \times 100\% = 4,004\%(m/m)$

Opgave 26

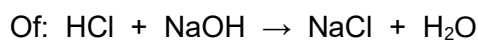
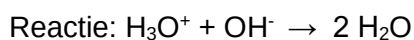
Van een mengsel van NaCl en Na_2CO_3 wordt 4,660 g afgewogen en opgelost tot 500,0 mL. Hiervan wordt 25,00 mL getitreerd met een HCl-oplossing, $c(\text{HCl}) = 0,1035 \text{ mol/L}$.

Reactie: $2 \text{ H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ Verbruik: 17,81 mL.

- a Hoeveel mmol Na_2CO_3 bevat de 500,0 mL oplossing?
Getitreerd: $n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad 17,81 \text{ mL} \times 0,1035 \text{ mmol/mL} = 1,8433 \text{ mmol HCl}$
Dit reageert met: $\frac{1}{2} \times 1,8433 = 0,92167 \text{ mmol CO}_3^{2-}$ in de 25 mL.
In 500 mL: $(500 / 25) \times 0,92167 \text{ mmol} = 18,43 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$
- b Hoeveel mg Na_2CO_3 bevat de inweeg van 4,660 g?
Ook de inweeg bevat dan 18,433 mmol,
dat is: $18,433 \text{ mmol} \times 105,99 \text{ mg/mmol} = 1954 \text{ mg Na}_2\text{CO}_3$
- c Hoeveel %(m/m) Na_2CO_3 bevat het mengsel?
Massa-% = $1954 \text{ mg} / 4660 \text{ mg} \times 100\% = 41,93\%(m/m)$

Opgave 27

Van een monster gootsteenontstopper, dat voor een groot deel uit NaOH bestaat, wordt 1,625 g afgewogen en opgelost. De oplossing wordt kwantitatief overgebracht naar een maatkolf van 250,0 mL. Hieruit wordt 25,00 mL gepipetteerd en getitreerd met een HCl-oplossing. Verbruik: 18,67 mL titreervloeistof met $c(\text{HCl}) = 0,1035 \text{ mol/L}$.



- a Hoeveel mmol NaOH heeft gereageerd?
Getitreerd: $n = V \times c \quad \blacktriangleright \quad 18,67 \text{ mL} \times 0,1035 \text{ mmol/mL} = 1,9323 \text{ mmol HCl}$
Dit reageert met evenveel mmol NaOH: 1,932 mmol
- b Hoeveel mg NaOH bevindt zich in de inweeg?
In 25 mL zit 1,9323 mmol NaOH,
in 250 mL (en in de inweeg) dus: $(250,0 / 25,0) \times 1,9323 \text{ mmol} = 19,323 \text{ mmol NaOH}$
in mg: $m = n \times M \quad \blacktriangleright \quad 19,323 \text{ mmol} \times 40,00 \text{ mg/mmol} = 772,9 \text{ mg NaOH}$
- c Hoeveel %(m/m) NaOH bevat het monster?
Massa-% = $772,9 \text{ mg} / 1625 \text{ mg inweeg} \times 100\% = 47,56\%(m/m)$

De 5 rekenstappen nog eens anders opgeschreven:

$$18,67 \times 0,1035 \times \frac{250}{25} \times 40,00 \times \frac{1}{1625} \times 100\% = 47,56\%(m/m)$$

mmol NaOH in 25 mL
mmol NaOH in 250 mL
mg NaOH in de inweeg
massafractie NaOH in inweeg

Opgave 28

Van een monster huishoudammonia (oplossing van NH_3 in water), wordt 1105,7 mg afgewogen en overgebracht in een maatkolf van 100,0 mL. Na aanvullen wordt hieruit 20,00 mL gepipetteerd en getitreerd met een HCl-oplossing.

Verbruik: 12,57 mL met $c(\text{HCl}) = 0,1029 \text{ mol/L}$.

Hoeveel $\%(m/m)$ NH_3 bevat het monster?

$$12,57 \times 0,1029 \times \frac{100}{20} \times 17,03 \times \frac{1}{1105,7} \times 100\% = 9,96\%(m/m)$$

mmol NH_3 in 20 mL
mmol NH_3 in 100 mL
mg NH_3 in de inweeg
massafractie NH_3 in inweeg

Opgave 29

Ter bepaling van het H_3PO_4 -gehalte van een fosforzuurmonster wordt 1,7930 g van het monster afgewogen en opgelost tot 250,0 mL. Hiervan wordt 10,00 mL getitreerd met NaOH-oplossing ($c(\text{NaOH}) = 0,1050 \text{ mol/L}$). Verbruik: 11,71 mL.

Reactie: $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_4^{2-}$

Bereken het massa-% H_3PO_4 in het monster.

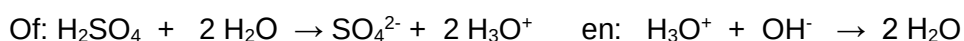
Verbruik: $11,71 \text{ mL} \times 0,1050 \text{ mmol/mL}$
 Reageert met: $\frac{1}{2} \times 11,71 \times 0,1050 \text{ mmol H}_3\text{PO}_4 \text{ (in 10 mL opl.)}$
 In 250 mL opl: $250/10 \times \frac{1}{2} \times 11,71 \times 0,1050 \text{ mmol H}_3\text{PO}_4 \text{ (in de inweeg!)}$
 $m = n \times M \text{ (mg): } 250/10 \times \frac{1}{2} \times 11,71 \times 0,1050 \times 97,97 \text{ mg H}_3\text{PO}_4 \text{ (in de inweeg)}$

massa-% H_3PO_4 : $250/10 \times \frac{1}{2} \times 11,71 \times 0,1050 \times 97,97 / 1793 \times 100\% = 84,0\%(m/m)$

Opgave 30

1526 mg geconcentreerd zwavelzuur wordt verdund en daarna kwantitatief overgebracht in een maatkolf van 500,0 mL. Na aanvullen wordt van deze verdunning 25,00 mL gepipetteerd en getitreerd met 14,69 mL NaOH-oplossing, $c(\text{NaOH}) = 0,1023 \text{ mol/L}$.

Hoe groot is het massapercentage H_2SO_4 in het monster?



1 H_2SO_4 reageert met 2 NaOH

1 NaOH reageert met $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$

Verbruik: $14,69 \text{ mL} \times 0,1023 \text{ mmol/mL} = 1,5028 \text{ mmol NaOH}$

Reageert met: $\frac{1}{2} \times 1,5028 \text{ mmol} = 0,75139 \text{ mmol H}_2\text{SO}_4$ (in 25 mL)

In 500 mL opl: $500/25 \times 0,75139 = 15,028 \text{ mmol H}_2\text{SO}_4$ (in 500 mL en de inweeg!)

$m = n \times M$ (mg): $15,028 \text{ mmol} \times 98,07 \text{ mg/mmol} = 1473,8 \text{ mg H}_2\text{SO}_4$ in de inweeg

massa-% H_2SO_4 : $1473,8 \text{ mg} / 1526 \text{ mg} \times 100\% = 96,6\%(m/m)$

Opgave 31

Bij de bepaling van het massapercentage kristalwater in een monster soda, wordt a gram monster afgewogen en opgelost tot 250,0 mL. Hiervan wordt 10,00 mL gepipetteerd en getitreerd met zoutzuur ($c(\text{HCl}) = 0,1199 \text{ mol/L}$).

Stel men wil bij de titratie ongeveer 25 mL zoutzuur verbruiken. Hoe groot moet men a dan kiezen als het monster ongeveer 30 % (m/m) water (en dus 70 % Na_2CO_3) bevat?



Verbruik: circa 25 mL.

We titreren ongeveer: $25 \times 0,12 = 3,0 \text{ mmol HCl}$

Dit reageert met: $\frac{1}{2} \times 3,0 = 1,5 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$ (in 10 mL opl)

In de inweeg: $250 / 10 \times 1,5 = 37,5 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$

m in mg: $37,5 \text{ mmol} \times 106 \text{ mg/mmol} = 3975 \text{ mg} \approx 4,0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$

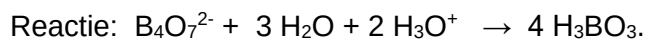
Massa-% van het monster is ongeveer 70% dus inweeg a g dan is: $0,7 \times a = 4,0 \text{ g}$

$a = 4,0 / 0,70 = 5,7 \text{ g}$

Dus we wegen tussen 5 en 6 gram monster af.

Opgave 32

Ter bepaling van de analytische concentratie van verdund zoutzuur ($c(\text{HCl}) \approx 0,1 \text{ mol/L}$) op borax, weegt een analist a gram borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) af, lost dit op en titreert direct:



Als hij ongeveer 10,00 mL zoutzuur wil titreren, hoeveel g borax zal hij dan afwegen?

We titreren ongeveer: $10 \times 0,10 = 1,0 \text{ mmol HCl}$

Dit reageert met: $\frac{1}{2} \times 1,0 = 0,5 \text{ mmol borax}$

Afwegen: $0,5 \times 381,37 \approx 191 \text{ mg}$

Opgave 33

Ter bepaling van de exacte concentratie van verdund zoutzuur waarvan de concentratie ongeveer 0,1 mol/L bedraagt, wordt 20,00 mL uit een maatkolf van 500,0 mL Na_2CO_3 -oplossing gepipetteerd. Als een laborante circa 15 mL wil titreren, hoeveel g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ moet ze dan afwegen en tot 500,0 mL oplossen?

We titreren ongeveer: $15 \times 0,10 = 1,5 \text{ mmol HCl}$

Dit reageert met: $\frac{1}{2} \times 1,5 = 0,75 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$ (in 20 mL opl)

In de inweeg: $500 / 20 \times 0,75 = 19 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3$

m in mg: $19 \text{ mmol} \times 286,14 \text{ mg/mmol} = 5363 \text{ mg} \quad \approx 5,4 \text{ g}$