

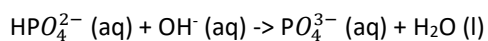
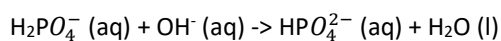
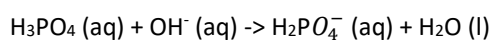
4 POTENTIOMETRISCHE TITRATIES: BEPALING VAN DE CONCENTRATIE VAN EEN H_3PO_4 -OPLOSSING EN BEPALING VAN DE pK_A -WAARDEN

DOEL

- Bepalen van de concentratie van een polyprotisch zuur, namelijk fosforzuur (H_3PO_4).
- Titratiecurve opstellen met behulp van een potentiometrische titratie van een zwak anorgaansich zuur (H_3PO_4) met een sterke base (NaOH).
- Bepalen van de pK_a -waarden van H_3PO_4 .

REACTIEVERGELIJKINGEN

(3 vergelijkingen)



RESULTATEN

A. Brutotitratie H_3PO_4 met NaOH

Molariteit NaOH (M):	0,099971
Buretstand begin (mL):	1,30
Buretstand einde (mL):	26,80
Volume equivalentiepunt 1 (mL):	12,75
Volume equivalentiepunt 2 (mL):	25,50
Volume equivalentiepunt 3 (mL):	38,25

B. Potentiometrische titratie H_3PO_4 met NaOH

	Uit titratiecurve	Uit 1 ^{ste} afgeleide
Volume equivalentiepunt 1	12,64 mL	12,65 mL
Volume equivalentiepunt 2	25,66 mL	25,55 mL
Volume equivalentiepunt 3	37,92 mL	37,95 mL
$\text{pK}_{\text{a}1}$	2,16	2,16
$\text{pK}_{\text{a}2}$	6,80	6,80
$\text{pK}_{\text{a}3}$	11,48	11,47
Molariteit H_3PO_4 (verdunde opl) uit V(EP1)	0,050545 M	0,050585 M
Molariteit H_3PO_4 (verdunde opl) V(EP2)	0,052065 M	0,051585 M
Molariteit H_3PO_4 (verdunde opl) V(EP3)	0,048626 M	0,049586 M
Molariteit H_3PO_4 oorspronkelijke oplossing	0,50545 M	0,50585 M

* Berekening en grafieken in bijlage en onderaan terug te vinden.

BESLUIT

De gevonden concentratie voor H_3PO_4 is 0,50545 M. Al onze waarden liggen dicht bij elkaar voor de 2 methoden, maar $\text{pK}_{\text{a}2}$ en $\text{pK}_{\text{a}3}$ liggen redelijk ver van de theoretische waarden ($\text{pK}_{\text{a}1}=2,15$; $\text{pK}_{\text{a}2}=7,20$; $\text{pK}_{\text{a}3}=12,38$). Ook op te merken dat de afwijking van pK_{a} waarden stijgt van $\text{pK}_{\text{a}1}$ naar $\text{pK}_{\text{a}3}$. De onnauwkeurigheden kunnen te wijten zijn aan slecht afspoelen van het glaswerk, of onnauwkeurigheden bij het aflezen.

EXTRA VRAGEN

- Hoe maak je een 10x verdunning? (exacte handelingen en gebruikt labomateriaal weergeven)

Eerst moet al het glaswerk gespoeld worden. Dit wordt op de volgende manier gedaan;

- Maatbeker: 3x kraantjeswater, 3x gedemineraliseerd water
- Maatkolf: 3x kraantjeswater, 3x gedemineraliseerd water
- Volumetrische pipet: 3x kraantjeswater, 3x gedemineraliseerd water, $3x \pm 3\text{ mL H}_3\text{PO}_4$

Vervolgens giet je ongeveer 20 mL van de originele H_3PO_4 -oplossing in de voorgespoelde maatbeker van 100 mL. Daarna gebruik je de voorgespoelde volumetrische pipet om exact 10 mL van de originele oplossing in de voorgespoelde maatkolf van 100 mL te doen. Vervolgens gebruik je een spuitbuisje met gedemineraliseerd water om de maatkolf verder aan te vullen (90 mL) tot de onderkant van de meniscus net aan de ijkstreep komt. Hierna kan je een stop op de maatkolf zetten en het mengsel mengen door de kolf een aantal keer om te draaien.

- Waarom en waarmee spoel je bij aanvang van de proef de pipet, de buret en de erlenmeyer?
 - Pipet: je spoelt de pipet 3x met kraantjeswater, 3x met gedemineraliseerd water, en 3x met $\pm 3\text{ mL H}_3\text{PO}_4$ -oplossing. Je doet dit om ervoor te zorgen dat er geen druppels water of andere stoffen, dit kan bijvoorbeeld van de vorige proef nog zijn, meer in de pipet zitten die de exactheid van je pH-metingen kan verstoren.
 - Buret: je spoelt de buret 3x met kraantjeswater, 3x met gedemineraliseerd water en 3x met een kleine hoeveelheid NaOH-oplossing. Dit doe je om ervoor te zorgen dat er geen druppels water of andere stoffen, dit kan bijvoorbeeld van de vorige proef nog zijn, meer in de buret zitten die de exactheid van je pH-metingen kan verstoren.
 - Erlenmeyer: je spoelt de erlenmeyer 3x met kraantjeswater en 3x met gedemineraliseerd water. Dit doe je omdat de concentratie van H_3PO_4 verdund zou kunnen worden met een paar overgebleven druppels gedestilleerd water, maar dit

kan geen kwaad zolang het aantal mol maar ongewijzigd blijft. Het mag dus niet gespoeld worden met de standaardoplossing want dan zal het aantal mol wel degelijk toenemen.

Berekeningen

A. Brutotitratie H_3PO_4 met NaOH

$$V_{\text{Buretstand begin}} = 1,30 \text{ mL}$$

$$V_{\text{Buretstand einde}} = 26,68 \text{ mL}$$

$$V_{\text{EP2}} = V_{\text{verbruikt volume}} = 25,50 \text{ mL}$$

$$V_{\text{EP1}} = V_{\text{EP2}}/2 = 12,75 \text{ mL}$$

$$V_{\text{EP3}} = 3V_{\text{EP1}} = 38,25 \text{ mL}$$

B. Potentiometrische titratie H_3PO_4 met NaOH

- Volume van de equivalentiepunten

○ Raaklijnen

- $Y1 = 0,0768x + 1,7245$
- $Y2 = 2,6363 - 29,037$
- $Y3 = 0,1495x + 3,9452$
- $Y4 = 1,8839x - 38,879$
- $Y5 = 0,0415x + 10,201$

○ Snijpunten

- Snijpunt 1: (12,64 ; 2,65)
- Want $Y1 = Y2 \rightarrow 0,0768x + 1,7245 = 2,6363 - 29,037$

$$\leftrightarrow x = 12,64 \rightarrow y = 2,65$$

- De volgende snijpunten worden analoog berekend;
Snijpunt 2 = (13,263 ; 5,93)
Snijpunt 3 = (24,69 ; 7,64)
Snijpunt 4 = (26,44 ; 11,30)

- Volume EP1 = $(11,41 + 13,74)/2 = 12,64 \text{ mL}$
- Volume EP2 = $(24,13 + 27,48)/2 = 25,66 \text{ mL}$
- Volume EP3 = Volume EP1 · 3 = 37,79 mL

- pKa-waarden

Handwritten calculations for pKa values from a titration curve:

Curve titratie

- $pK_{a1} = pH \text{ bij } V_{EP} / 2 = \frac{12,64}{2} \text{ mL} = 6,32 \text{ mL}$
- $pK_{a1} = 2,13 + \frac{6,32-6}{1} (2,22 - 2,13) = 2,16 = pK_{a1}$
- $pK_{a2} = 6,72 + \frac{19,15-18,5}{1} (6,85 - 6,72) = 6,80 = pK_{a2}$
- $pK_{a3} = 11,42 + \frac{31,79-31}{1} (11,49 - 11,42) = 11,48$

1^{ste} afgeleide

- $pK_{a1} = 2,13 + \frac{6,32-6}{1} (2,22 - 2,13) = 2,16$
- $pK_{a2} = 6,72 + \frac{19,1-18,5}{1} (6,85 - 6,72) = 6,80$
- $pK_{a3} = 11,42 + \frac{31,75-31}{1} (11,49 - 11,42) = 11,47$

- $c(H_3PO_4)$ uit titratiecurve

- $EP1 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot 12,64 \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,050545 \text{ M}$
- $EP2 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{2 V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot (25,66 - 12,64) \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,052065 \text{ M}$
- $EP3 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{3 V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot (37,82 - 25,66) \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,048626 \text{ M}$
- Oorspronkelijk: $C(\text{verdund}) \cdot 10 = 0,050545 \text{ M} \cdot 10 = 0,50545 \text{ M}$

- $c(H_3PO_4)$ uit eerste afgeleide

- $EP1 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot 12,65 \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,050585 \text{ M}$
- $EP2 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{2 V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot (25,55 - 12,64) \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,051585 \text{ M}$
- $EP3 = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{3 V(H_3PO_4)} = \frac{0,099971 \text{ M} \cdot (37,95 - 25,55) \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 0,049586 \text{ M}$
- Oorspronkelijk: $C(\text{verdund}) \cdot 10 = 0,050585 \text{ M} \cdot 10 = 0,50585 \text{ M}$

