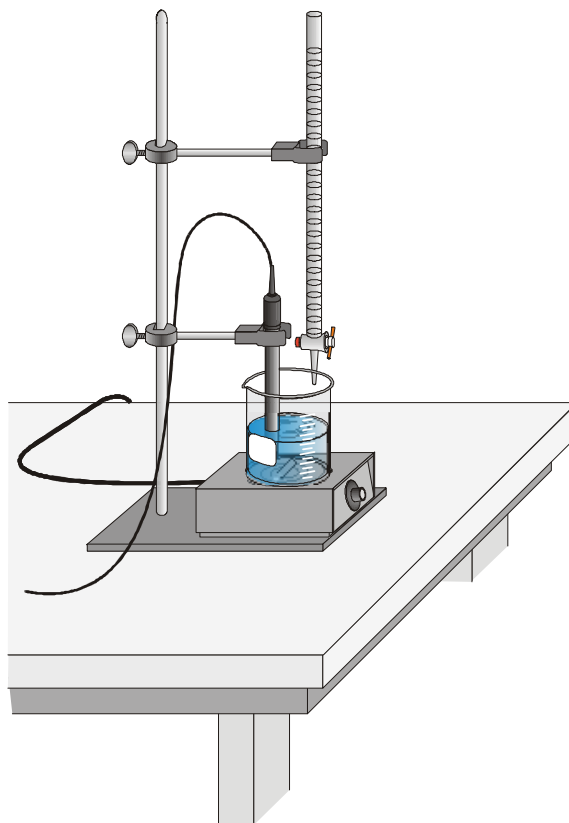
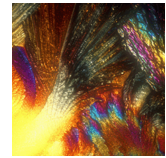


ZUUR-BASE TITRATIE

Identificatie van maleïnezuur



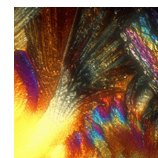


Inhoud

INTRODUCTIE	1
Titratie van een onbekend diprotisch zuur met een bekende NaOH oplossing	1
PH METINGEN MET CBL2™ EN DATAMATE™	2
Doelstellingen	2
Benodigheden	3
Veiligheidsadvies	3
Werkwijze	4
ANALYSE VAN DE MEETRESULTATEN	6
VERSLAG	7
INFORMATIE VOOR DE LEERKRACHT	8

Referenties

Chemistry with Computers D.D. Holmquist, D. Volz
www.education.ti.com
www.rhombus.be
www.vernier.com
www.acros.be



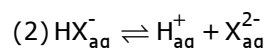
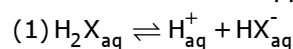
Introductie

Titratie van een onbekend diprotisch zuur met een bekende NaOH oplossing

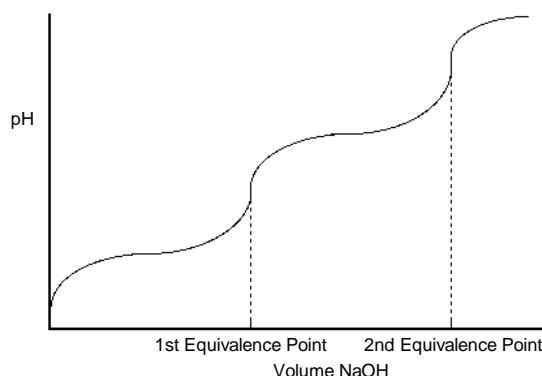
Een diprotisch zuur is een zuur dat **twee** H^+ -ionen oplevert per molecuul zuur.

Voorbeelden van diprotische zuren zijn zwavelzuur, H_2SO_4 en waterstofcarbonaat, H_2CO_3 .

Een diprotisch zuur ioniseert in water in twee stappen:



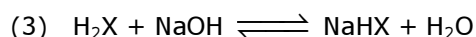
Omwille van de opeenvolgende ionisaties vertonen de titratiecurven van diprotische zuren twee equivalentiepunten.



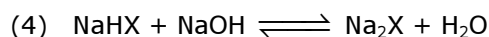
In het eerste equivalentiepunt hebben de H^+ -ionen van de eerste dissociatie gereageerd met NaOH. In het tweede equivalentiepunt hebben alle H^+ -ionen gereageerd met NaOH (twee keer het aantal van het eerste equivalentiepunt). Het toegevoegde volume NaOH bij het tweede equivalentiepunt is daarom ook precies het dubbele van dat van het eerste equivalentiepunt.

Reacties van H_2X met NaOH zijn

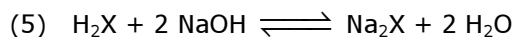
- van het begin tot en met het eerste equivalentiepunt:

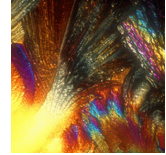


- van het eerste tot en met het tweede equivalentiepunt:



- van het begin tot en met het tweede equivalentiepunt (globale reactie):



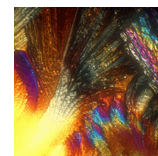


pH metingen met *CBL2*TM en *DataMate*TM



Doelstellingen

1. pH metingen uitvoeren met *CBL2*TM en *DataMate*TM
2. Identificatie van een onbekend diprotisch zuur door titratie met een gekende NaOH oplossing

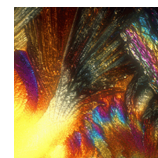


Benodigdheden

- *TI-83 Plus*
- *DataMate*[™] programma
- *CBL2*[™] interface
- Een *pH* sensor
- Een buret van 50 mL
- Een magnetische roerder met roerstaafje
- Een statief met buretklem
- Een balans
- Een bekersglas van 250 mL
- Een maatkolf van 100 mL
- Een trechter
- Gedemineraliseerd water
- 0,1 mol/L NaOH oplossing
- 0,120 g onbekend diprotisch zuur

Veiligheidsadvies

Draag een veiligheidsbril



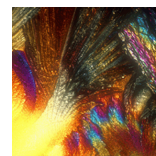
Werkwijze

- Oplossingen
 1. Weeg ongeveer 0,120 g onbekend diprotisch zuur af. Noteer de massa tot 0,001 g nauwkeurig. Breng het onbekend zuur in een bekglas van 250 mL en los op in 100 mL gedemineraliseerd water.
 2. Vul de buret met 0,1 mol/L NaOH oplossing.
 3. Plaats de beker op de magnetische roerder. Vergeet het roerstaafje niet.
- Verbindingen: *CBL2*TM interface – *TI-83 Plus* – *pH* sensor
 1. Verbind de *pH* sensor en Channel 1 (CH 1) van de interface.
 2. Verbind de *TI-83 Plus* met de interface.
- Initialisatie van de *pH* sensor
 1. Zet de *TI-83 Plus* aan.
 2. Start het *DataMate*TM programma.
 3. Pas de *TI-83 Plus* en de *CBL2*TM aan voor metingen met een *pH* sensor
 - a. Kies SETUP in het hoofdmenu.
 - b. Druk om CH 1 te selecteren.
 - c. Selecteer PH van het SELECT SENSOR menu.

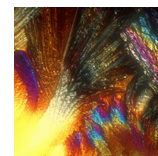
Opmerking:

Is de *pH* sensor geselecteerd in CH 1 sla stap 3 over en ga direct naar stap 4.

4. Kies MODE: TIME GRAPH-120 (standaard) met een maal op en dan op te drukken.
 - a. Selecteer EVENTS WITH ENTRY om TIME GRAPH-120 te vervangen van de SELECT MODE menu.
 - b. Druk OK om naar het hoofdmenu terug te keren.



- Metingen met de pH-sensor
5. Nu ben je klaar om de titratie uit te voeren. Werk in een team: de titratie gaat vlugger als een persoon met de buret werkt terwijl de andere persoon met de *TI-83 Plus* werkt.
 - a. Selecteer START om de meting te beginnen.
 - b. Druk **ENTER** en type "0". Dit is het toegevoegde volume NaOH in mL. Druk **ENTER** om de eerste meting te bewaren.
 - c. Voeg NaOH titrans toe tot de pH met 0,20 eenheden is toegenomen. Als de pH is gestabiliseerd, druk dan **ENTER**. Breng het toegevoegd aantal mL NaOH in de *TI-83 Plus* in. Je hebt nu de tweede meting bewaard.
 - d. Voeg opnieuw NaOH toe in stappen waarbij de pH telkens 0,20 eenheden stijgt en breng de buretgegevens telkens na elke stap in de *TI-83 Plus* in. Herhaal tot de pH 3,5 is.
 - e. Is de pH 3,5 dan voeg je maar 2 druppels NaOH toe per meting.
 - f. Is de pH 4,5 dan voeg je opnieuw per meting NaOH toe tot de pH met 0,2 eenheden stijgt. Ga zo verder tot de pH 7,5 is.
 - g. Is de pH 7,5 dan voeg je 2 druppels NaOH toe per meting.
 - h. Is de pH 10 dan voeg je opnieuw per meting NaOH toe tot de pH met 0,2 eenheden stijgt. Ga zo verder tot de pH 11 is of tot je 25 mL NaOH hebt toegevoegd.
 6. Druk **STO ►** als je klaar bent met je meting.
 7. Spoel de *pH sensor* met gedemineraliseerd water en zet de *pH sensor* in de bufferoplossing.
 8. Vraag aan je leerkracht waar je met de reactieproducten naartoe moet.



Analyse van de meetresultaten

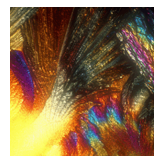
9. Je bekomt een grafiek met de pH-curve.
- Duid in de tabel van het verslag het equivalentiepunt aan waarmee je de onbekende molecuulmassa van het diprotisch zuur zal berekenen. (1)
 - Zoek het toegevoegde volume NaOH voor en na de pH sprong bij het gekozen equivalentiepunt. (2)
 - Bepaal het toegevoegde volume NaOH (V_{NaOH}) bij het gekozen equivalentiepunt door de som van de volumens van stap 9.b. door twee te delen. (3)
 - Bereken het aantal mol NaOH bij het gekozen equivalentiepunt.

$$n = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}(\text{in L})$$

- Bepaal het aantal mol van het diprotisch zuur, H_2X . Gebruik de formule die hoort bij het gekozen equivalentiepunt.
- Bereken de molecuulmassa van het onbekende zuur met de gebruikte massa van het zuur bij de titratie en het bekomen aantal mol in 9.e. in g/mol. (6)
- Kies uit onderstaande lijst van diprotische zuren en identificeer jouw onbekend zuur. (7)

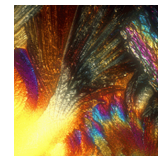
<u>Diprotisch zuur</u>	<u>Formule</u>	<u>Molecuulmassa</u>
Oxaalzuur	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	90
Maleïnezuur	$\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$	116
Malonzuur	$\text{H}_2\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_4$	104

- Bepaal de procentuele fout. (8)



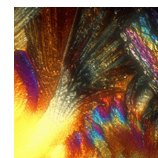
Verslag

Massa van het zuur	g
Concentratie van NaOH oplossing	mol.L ⁻¹
1. Equivalentiepunt (duid het equivalentiepunt aan dat je wil gaan gebruiken bij de berekeningen)	eerste equivalentiepunt __ of tweede equivalentiepun __
2. NaOH volume toegevoegd voor en na de grootste pH sprong	_____ mL _____ mL
3. Volume NaOH toegevoegd bij het gekozen equivalentiepunt	mL
4. Aantal mol NaOH	mol
5. Aantal mol diprotisch zuur, H ₂ X	mol
6. Molecuulmassa van het diprotisch zuur	
7. Naam, formule en exacte molecuulmassa van het diprotisch zuur	
8. Procentuele fout	%



Informatie voor de leerkracht

1. Bereiding van 0,1 mol/L NaOH (4,00 g/L).
Standaardisatie (2 mogelijkheden):
 - a. Standaardiseer de NaOH oplossing t.o.v. kaliumwaterstoftalaat
 - b. Standaardiseer de NaOH oplossing t.o.v. maleïnezuur. Titreer tot het tweede equivalentiepunt met de interface. Bereken de concentratie van NaOH i.p.v. het aantal mol maleïnezuur.
2. Weeg de hoeveelheden juist af met een balans tot 0,001 g nauwkeurig. De berekeningen resulteren in resultaten met drie kenmerkende cijfers.
3. We raden U aan maleïnezuur als onbekende voor al uw leerlingen te gebruiken. De andere diprotische zuren leveren goede resultaten voor slechts een van de twee equivalentiepunten.
4. Het experiment is bedoeld voor 40 à 50 minuten. Het diprotisch zuur kan vooraf best worden afgewogen om tijd te sparen. De zuur oplossing kan dan ook bereid worden. Ook het buret kan op voorhand worden klaargezet.
5. Het tweede equivalentiepunt geeft betere resultaten. Leerlingen die te vlug geweest zijn bij het eerste equivalentiepunt kunnen daarom beter worden aangezet verder te doen i.p.v. opnieuw te beginnen.

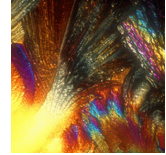


Meetresultaten

pH	V(mL)	pH	V(mL)	pH	V(mL)	pH	V(mL)
2,05	0,00	4,40	10,50	6,14	17,40	9,50	20,68
2,30	6,18	4,50	10,61	6,31	18,21	9,78	20,79
2,58	8,01	4,59	10,73	6,50	19,00	9,98	20,90
2,75	8,52	4,69	10,84	6,75	19,58	10,11	21,01
2,93	9,10	4,75	10,97	6,87	19,80	10,19	21,12
3,16	9,51	4,94	11,38	7,08	20,02	10,29	21,23
3,51	9,96	5,11	11,90	7,19	20,14	10,35	21,36
3,69	10,02	5,32	12,80	7,36	20,27	10,65	22,24
3,89	10,17	5,49	13,57	7,50	20,32	10,82	23,00
4,10	10,29	5,69	14,76	7,84	20,44	10,94	24,03
4,27	10,40	5,89	16,02	8,82	20,55		

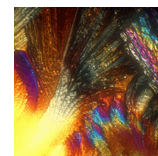
Verslag

Massa van het zuur	0,119 g
Concentratie van NaOH oplossing	0,0995 mol.L ⁻¹
1. Equivalentiepunt (duid het equivalentiepunt aan dat je wil gaan gebruiken bij de berekeningen)	eerste equivalentiepunt — of tweede equivalentiepunt <u>X</u>
2. NaOH volume toegevoegd voor en na de grootste pH sprong	20,44 mL 20,55 mL
3. Volume NaOH toegevoegd bij het gekozen equivalentiepunt	$\frac{20,44 + 20,55}{2} = 20,50 \text{ mL}$
4. Aantal mol NaOH	$(0,0995 \text{ mol/L})(0,02050 \text{ L}) = 0,00204 \text{ mol}$
5. Aantal mol diprotisch zuur, H ₂ X	$(0,00204 \text{ mol NaOH}) \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{X}}{2 \text{ mol NaOH}} = 0,00102 \text{ mol}$



6. Molecuulmassa van het diprotisch zuur	$\frac{0,119 \text{ g}}{0,00102 \text{ mol}}$ $=$ 117 g/mol
7. Naam, formule en exacte molecuulmassa van het diprotisch zuur	maleïnezuur $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$ 116
8. Procentuele fout	$\frac{ 116-117 \cdot 100\%}{ 116 }$ $=$ $0,9 \%$

9. Alternatief equivalentiepunt	Eerste equivalentiepunt ...X... Tweede equivalentiepunt:
10. NaOH volume toegevoegd voor en na de grootste pH sprong	10,17 mL 10,29 mL
11. Volume NaOH toegevoegd bij het alternatief equivalentiepunt	$\frac{10,17 + 10,29}{2}$ $=$ $10,23 \text{ mL}$




Natriumhydroxide

Synonyms:	Caustic soda; Sodium hydroxide
Molecular Formula:	HNaO
Formula Weight:	39.99

Registry number:	1310-73-2
Melting point:	318 °C
Boiling point:	1390 °C

Hazard Symbol

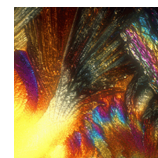
C	 Corrosive
----------	---

Risk Description

R35	Causes severe burns.
------------	----------------------

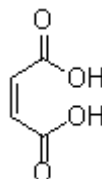
Safety Description

S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.
S37/39	Wear suitable gloves and eye/face protection.
S45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).




Maleïnezuur

Synonyms:	cis-Butenedioic acid; Maleic acid
Molecular Formula:	C ₄ H ₄ O ₄
Formula Weight:	116.07



Registry number:	110-16-7
Density:	1.59
Melting point:	134-138 °C
Flash point:	127 °C

Hazard Symbol

Xn		Harmful
-----------	--	---------

Risk Description

R22	Harmful if swallowed.
R36/37/38	Irritating to eyes, respiratory system and skin.

Safety Description

S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.
S28A	After contact with skin, wash immediately with plenty of water.
S37	Wear suitable gloves.