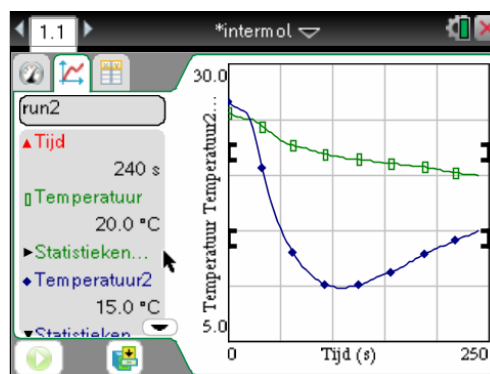
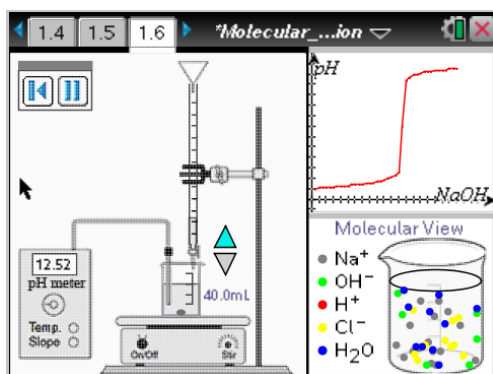


TI-Nspire in de lessen chemie

Online lesmateriaal en het gebruik van sensoren

Olivier Douvere



Inhoud

Inleiding.....	2
1 Het gebruik van TI-Nspire 3.0 (of hoger) in de lessen chemie.....	3
1.1 Eerste kennismaking.....	3
1.2 Lesmateriaal op het internet: Science Nspired	3
2 Experimenten met sensoren gekoppeld aan TI-Nspire.....	6
2.1 Inleiding	6
2.2 De Vernier DataQuest applicatie	8
2.2.1 Algemeen overzicht	8
2.2.2 Algemene instellingen	9
2.2.3 Tijdgebaseerde meting	9
2.2.4 Gebeurtenissen met invoer	10
2.3 Introductie tot verzamelen van gegevens met TI-Nspire	11
2.3.1 Leerlingennota's.....	11
2.3.2 Tips en verbeter sleutel	17
2.4 Verdamping en intermoleculaire krachtwerking	18
2.4.1 Leerlingennota's.....	18
2.4.2 Tips en verbeter sleutel	23
2.5 Onderzoeksopdracht: de geleidbaarheidsensor en zuiver water	26
2.5.1 Leerlingennota's.....	26
2.5.2 Tips en verbeter sleutel	35
2.6 Kalibreren van de pH-sensor.....	39
2.7 Onderzoek van een neutralisatiereactie a.d.h.v. pH- en geleidbaarheidsmetingen.....	40
2.7.1 Leerlingennota's.....	40
2.7.2 Tips en verbeter sleutel	48
2.8 Onderzoeksopdracht: factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.....	54
2.8.1 Leerlingennota's.....	54
2.8.2 Tips en verbeter sleutel	57
2.9 Studie van een buffermengsel a.d.h.v. pH metingen.....	59
2.9.1 Leerlingennota's.....	59
2.9.2 Tips en verbeter sleutel	64

Inleiding

De grafische rekenmachine TI-Nspire (CX) biedt niet alleen de wiskunde- maar ook de chemieleraar zeer veel mogelijkheden. Naast het 'normale' gebruik als rekentoestel kan je met een TI-Nspire ook chemiesensoren aansturen (pH, geleidbaarheid, temperatuur, ...) met behulp van een geschikte interface. Vervolgens kun je de meetresultaten statistisch verwerken, grafieken uittekenen en nog veel meer.

In het eerste hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het gebruik van TI-Nspire technologie in de lessen chemie. Er wordt een overzicht gegeven van beschikbaar online lesmateriaal.

In het tweede hoofdstuk wordt aan de hand van concreet uitgewerkte experimenten de mogelijkheid besproken om sensoren te koppelen aan het grafisch rekentoestel. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van verschillende soorten interfaces. Na het aansluiten van een interface wordt automatisch de vooraf geïnstalleerde applicatie Vernier DataQuest geladen op het rekentoestel. De TI-Nspire technologie kan gebruikt worden om de onderzoekscompetenties bij de leerlingen te ontwikkelen. Er zijn in dit cahier dus ook een paar meer open onderzoeksoopdrachten opgenomen.

1 Het gebruik van TI-Nspire 3.0 (of hoger) in de lessen chemie

1.1 Eerste kennismaking

Op de website <http://education.ti.com/calculators/products/BELGIE/home/> vind je algemene informatie over de TI-Nspire technologie.

Raadpleeg het cahier 29 “Inleiding tot TI-Nspire 3.0”, dat je kan downloaden op de website <http://www.t3vlaanderen.be/> onder “cahiers”. De belangrijkste vernieuwingen van TI-Nspire 3.0 komen in dit cahier aan de hand van concrete voorbeelden aan bod.

1.2 Lesmateriaal op het internet: Science Nspired

Op de website <http://education.ti.com/calculators/tisciencenspired/> vind je lesmateriaal voor TI-Nspire voor de lessen wetenschappen. De site is Engelstalig maar de bestanden kunnen gedownload worden en door de gebruiker zelf worden aangepast. De lessen voor biologie, chemie en fysica werden ontworpen voor de TI-Nspire™ handheld operating system (OS) en computersoftware versie 3.0 of hoger.

The logo for Science Nspired, featuring the text "Science Nspired" in a white, italicized font on a red rectangular background.

Per wetenschap en per leerinhoud vind je diverse te downloaden modules. Elke module bevat een aantal activiteiten. Elke activiteit bevat:

Teacher notes (PDF) – Dit document kan je gebruiken om de les voor te bereiden.

TI-Nspire™ document (TNS) – Dit bestand kan je tijdens de lessen gebruiken. Je kan het TNS-bestand eventueel overbrengen naar het rekentoestel van je leerlingen.

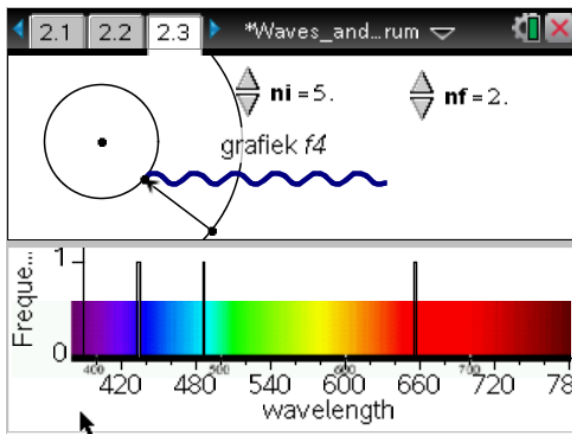
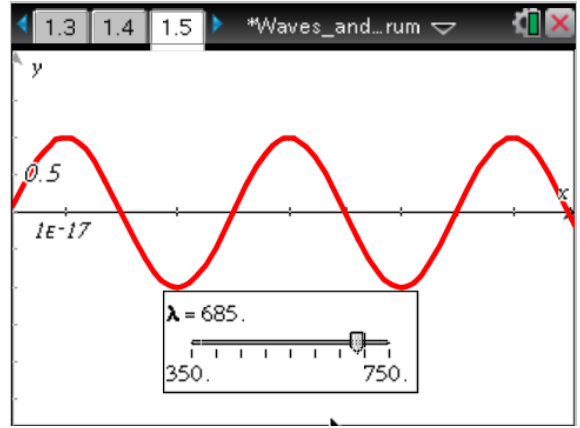
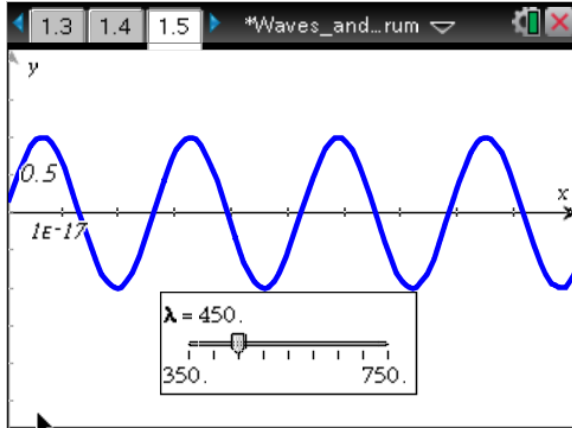
Student activity (PDF/WORD) – Dit zijn de leerlingennota's die je rechtstreeks kunt afdrukken in PDF formaat of zelf bewerken in WORD formaat.

Built-in product tutorials – Online tutorials om TI-Nspire basisvaardigheden aan te leren.

Iedere module is opgebouwd volgens het E5 model (engage, explore, explain, elaborate and evaluate). Dit is te vergelijken met de OVUR methode (Oriënteren, Voorbereiden, Uitvoeren en Reflecteren). Je kan zelf de documenten aanpassen in het gewenste formaat.

Enkele voorbeelden:

Atoomstructuur en PSE



Calculate the ΔE for an electron moving from the $n=4$ to $n=3$.

- $1.06 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $-1.06 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $2.42 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1.36 \times 10^{-19} \text{ J}$

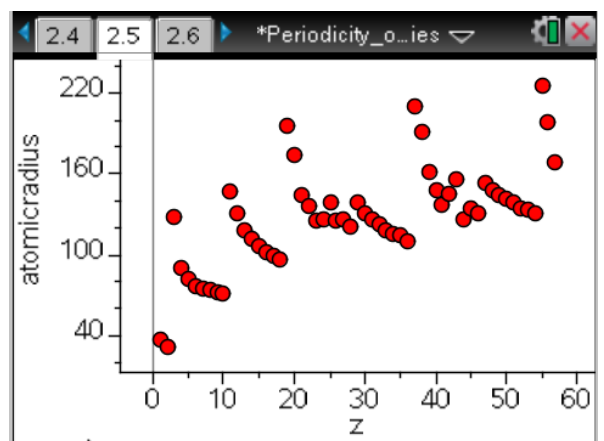
0/99

1.1 1.2 1.3 Periodicity_of...ies

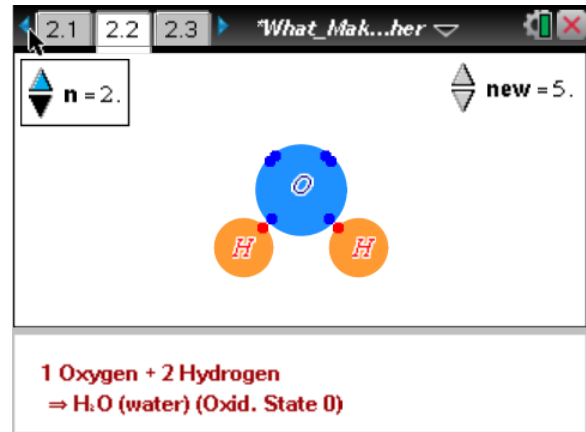
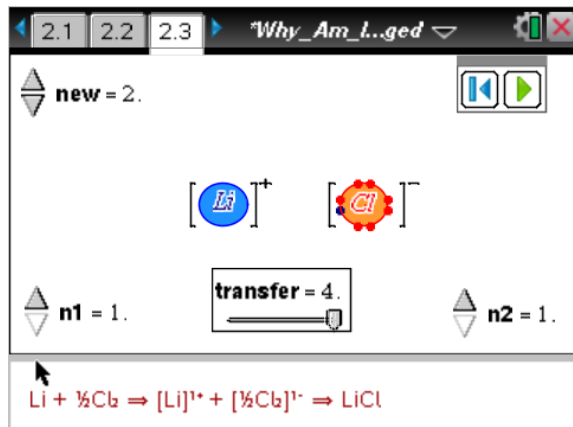
Nitrogen

Atomic Weight: 14.0067(2) u
 Electron Config: $1s^2 2s^2 2p^3$
 Atomic Radius: 0.71 Å
 State: Gas

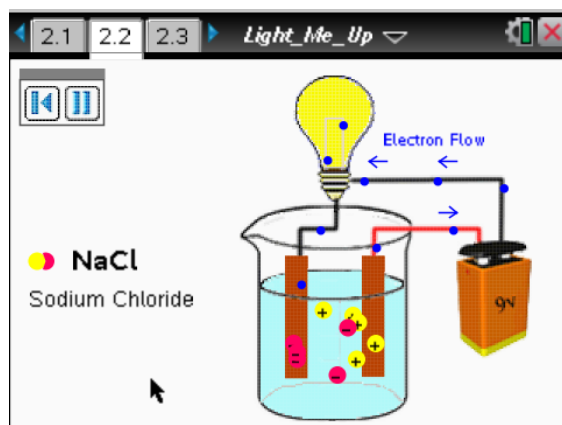
1	2																	18	19	20
H	He																	Ar	K	Ca
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca			
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr			
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56			
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba			
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88			
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ra	Fr				
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106			
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr						



Bindingstypes



Elektrolyten

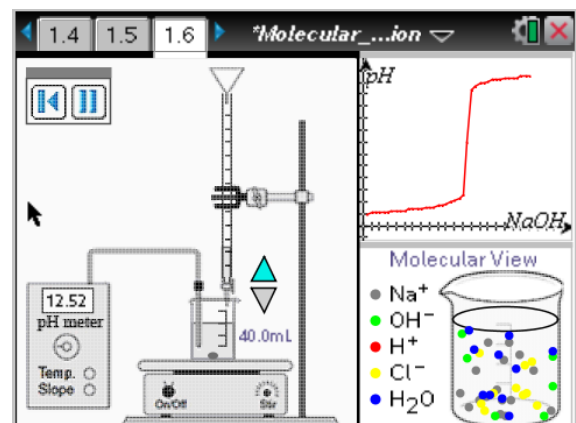
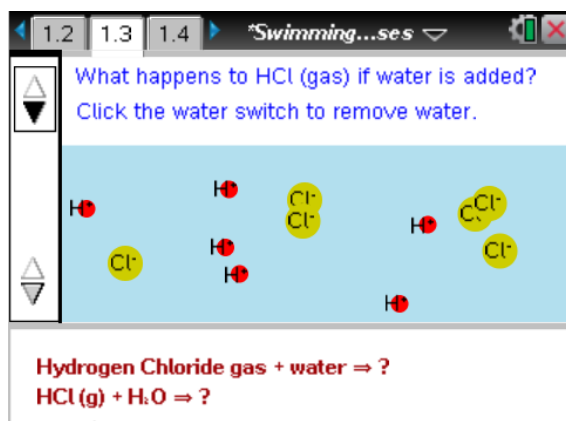


2.5 3.1 3.2 Light_Me_Up

An aqueous solution of sucrose (table sugar) is considered to be a _____.

- nonelectrolyte
- weak electrolyte
- strong electrolyte
- conductor

Zuren en basen



2 Experimenten met sensoren gekoppeld aan TI-Nspire

2.1 Inleiding

Voor metingen met sensoren tijdens de lessen wetenschappen kan je het grafisch rekenstelsel TI-Nspire gebruiken. De sensoren worden automatisch herkend.



Stap 1 - Sluit de interface - TI-Nspire Lab Cradle - aan op de TI-Nspire.



LabCradle

**TI-Nspire (OS versie 3.0)
(CAS of NON CAS) (CX of grijswaarde)**

Je kunt ook via de USB poort van het rekenstelsel een EasyLink interface aansluiten. Maar dan kan je maximaal één sensor aansluiten. Je kunt ook een EasyTemp sensor aansluiten.



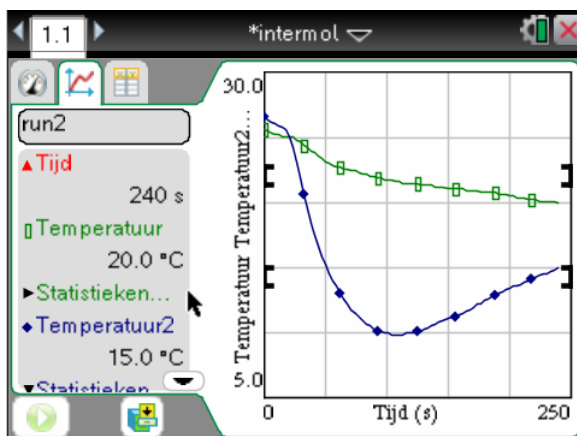
Stap 2 - Sluit vervolgens één of meerdere sensoren aan op de interface.



Met de TI-Nspire Lab Cradle kan je maximaal drie analoge en maximaal twee digitale sensoren aansluiten. Voorbeelden van analoge sensoren zijn: temperatuursensor, geleidbaarheidsensor, pH-sensor, druksensor,... Voorbeelden van digitale sensoren zijn: druppelteller, bewegingssensor,...

Stap 3 - Ga direct aan de slag! Alle metingen gebeuren met behulp van de applicatie Vernier Data Quest. Dit programma is reeds opgenomen in het TI-Nspire OS 3. De DataQuest applicatie registreert de metingen en kan deze ook meteen grafisch of in een tabel weergeven.

De Vernier DataQuest applicatie start automatisch op indien je een interface op het rekentoestel aansluit. Je kunt echter de applicatie altijd vanuit het hoofdscherm van de TI-Nspire opstarten.



2.2 De Vernier DataQuest applicatie

2.2.1 Algemeen overzicht

Meterweergave

Actuele meetgegevens worden hier weergegeven.

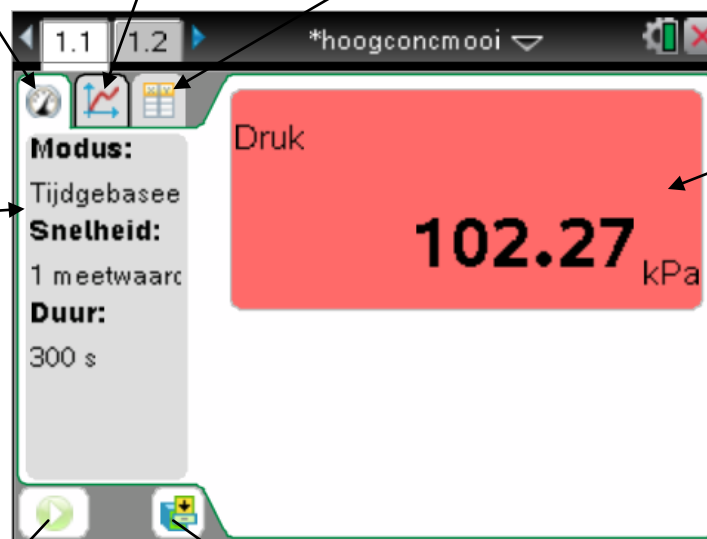
Grafiekweergave

Meetgegevens worden grafisch weergegeven.

Tabelweergave

Meetgegevens worden in een tabel weergegeven.

Overzicht van de meetinstellingen.



Actuele weergave van aangesloten sensoren.

Meting starten


Na het instellen van de verzamelingmodus, wordt de meting gestart door op dit symbool te klikken.


Gegevensset opslaan


Als meerder metingen na elkaar uitgevoerd worden, kunnen de gegevenssets afzonderlijk worden opgeslagen.

Je kan het geselecteerde gebied op het scherm wisselen door herhaaldelijk gebruik te maken van de **tab** toets of met behulp van de Touchpad. Wanneer een symbool geselecteerd is, kan het worden geactiveerd door te drukken op de **enter** toets of door erop te klikken of met de Touchpad.

2.2.2 Algemene instellingen

De software laat toe om verschillende instellingen te wijzigen zoals de gewenste verzamelmodus, het kalibreren van sensoren, eenheden veranderen, een nulpunt instellen,... Al deze instellingen kunnen aangepast worden door te drukken op , 1: Experiment. Kies vervolgens de gewenste optie.

Bewaar de gegevens van de experimenten zodat je later kan verder werken. Doe dit door de volledige .tns file op te slaan: Druk op . In het menu **1: Bestand**, kies je **5: Opslaan als...** Kies de gewenste locatie en een geschikte naam: bijvoorbeeld **neutralisatie**.

Je kunt later op ieder ogenblik dan de gegevens opnieuw oproepen via . In het menu **1:Bestand**, kies je **2: Document openen**.

2.2.3 Tijdgebaseerde meting

Met deze verzamelingmodus worden automatisch gegevens verzameld gedurende een vaste periode.


Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingsmodus**. Kies **1: Tijdgebaseerd**.

Stel de snelheid in de meting (meetwaarden/seconde) en pas de duur van het experiment aan naar wens.

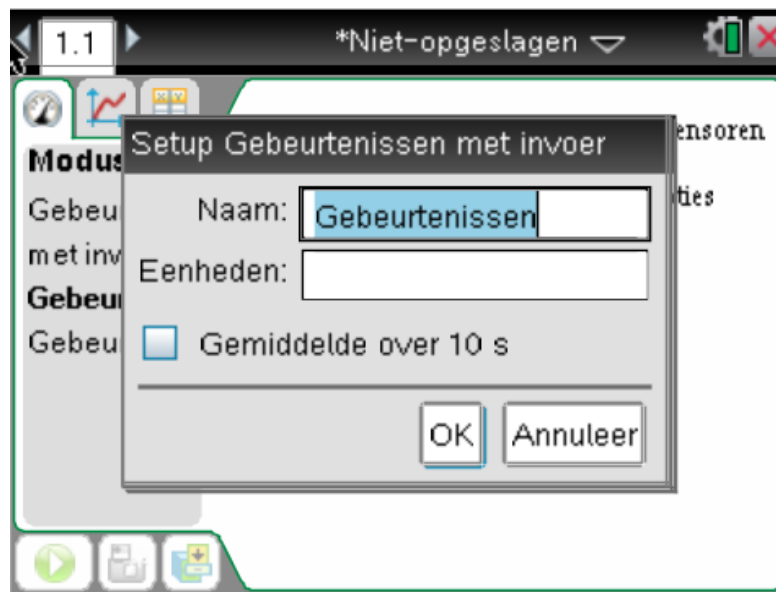


2.2.4 Gebeurtenissen met invoer

Met deze verzamelingmodus wordt de grootte gemeten bij bepaalde gebeurtenissen die je zelf bepaalt.

Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**.
Kies **2: Gebeurtenissen met invoer**.

Typ de naam in van de gebeurtenis en de eventuele bijhorende eenheid A.



In de verzamelingmodus: Gebeurtenissen met invoer zal niet de grootte in functie van de tijd gemeten worden als je de meting start. In deze modus worden geen gegevens geregistreerd vooraleer je een gegeven (gekoppeld aan een gebeurtenis of waarde) opslaat door te klikken op het symbool van het fototoestel .

2.3 Introductie tot verzamelen van gegevens met TI-Nspire

2.3.1 Leerlingennota's

Oriënteren

Het verzamelen van gegevens is een belangrijk deel van de wetenschappelijke methode. Meteorologen bijvoorbeeld verzamelen gegevens over het weer om historische records bij te houden en om toekomstige weersvoorspellingen te vergemakkelijken. In de chemische industrie is veilige opvolging van productieprocessen niet mogelijk zonder het verzamelen van meetgegevens.

In dit practicum ontdekken jullie twee van de mogelijkheden van het meetsysteem dat we in de klas zullen gebruiken: *tijdsgebaseerde metingen* en *gebeurtenissen met invoer*.

In het eerste deel zal een temperatuursensor gebruikt worden om de temperatuur van water te volgen gedurende 60 seconden met een snelheid van één meetwaarde per twee seconden.

In het tweede deel zul je gebruik maken van de verzamelingmodus *gebeurtenissen met invoer*. In deze verzamelingmodus is het mogelijk om één meetpunt te verzamelen en vervolgens een overeenstemde waarde zelf in te vullen.

Voorbereiden

Benodigd materiaal

- 2 bekers van 250 ml
- roerstaaf
- temperatuursensor
- gasdruksensor en bijhorende meetspuit
- EasyLink of Lab Cradle
- TI-Nspire (3.0)

Benodigde stoffen

- koud kraantjeswater
- warm kraantjeswater
- ijsblokjes


Deel 1: Tijdgebaseerde meting

Uitvoeren

1 Doe 100 ml koud kraantjeswater in een bekeerglas van 250 ml. Voeg drie ijsblokjes toe.

2 Instellen van de rekenmachine voor verzamelen gegevens:


- a Zet het rekentoestel aan.
- b Begin met een nieuw document:

Om een nieuw document te openen druk je op  en selecteer je 1 Nieuw. Je kan gevraagd worden om een huidig document op te slaan.

- c Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of Lab Cradle).
- d Verbind de interface met het TI-Nspire rekentoestel.

De Vernier DataQuest applicatie start automatisch op wanneer je de interface met het rekentoestel heb verbonden.

- e Begin steeds met een Nieuw experiment:

*Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **1: Nieuw experiment**.
Standaard is de verzamelingmodus: tijdgebaseerd*

3 Instellen van de parameters van de verzamelingsmodus:


- a Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd

*Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingsmodus**.*


*Kies **1: Tijdgebaseerd**. Er verschijnt een nieuw menu waarin verschillende parameters kunnen aangepast worden.*

- b Stel de snelheid in de meting (meetwaarden/seconde) zodanig in dat je meet met een snelheid van één meetwaarde per twee seconden.

Welk waarde ga je invullen bij snelheid (meetwaarden/seconde) als je één meting per twee seconden wil laten uitvoeren?.....

*De standaard snelheid voor temperatuursmetingen is 2 meetwaarden/seconde. Deze waarde moeten we dus aanpassen: druk op  toets om bij het kader te komen dat hoort bij **Snelheid (meetwaarden/seconden)**. Je kunt hiervoor ook de touchpad gebruiken. Vul vervolgens de correcte waarde van snelheid in. De waarde voor het **Interval (seconden/meetwaarde)** wordt automatisch aangepast.*

- c Pas de duur van het experiment aan naar **60** seconden.

*De standaard duur voor temperatuursmetingen is 120 seconden. Om deze waarde aan te passen druk je  om bij het kader te komen dat hoort bij **Duur (seconden)**. Typ vervolgens de waarde **60** in. Het aantal (meet)punten wordt automatisch aangepast.*



- 4 Steek de temperatuursensor in het koud water en roer eventjes. Laat dan de sensor tegen de kant van het bekglas rusten zoals op onderstaande figuur. Zorg ervoor dat het bekglas niet omvalt.



- 5 Doe ongeveer 150 ml warm kraantjeswater in een tweede bekglas van 250 ml.

- 6 Je bent klaar om de meting te starten. Vanaf nu mag je niet meer roeren.

Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbool . Je kunt hiervoor de touchpad gebruiken of op de **tab** toets drukken tot het symbool  geselecteerd is. Druk dan **enter**.
- Druk op **menu**, selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling starten**.



Wanneer de gegevensverzameling gestart is, verandert het scherm van de DataQuest

*applicatie van **Meterweergave**  naar **Grafiekweergave** .* Let erop dat het symbool

Start  is veranderd in het symbool Stop .


- 7 Na exact 10 seconden verplaats je de temperatuursensor snel en met 1 beweging van het bekglas met koud water naar het bekglas met warm water. Je kunt de verstreken tijd links van de grafiek op het scherm aflezen. Beweeg de temperatuursensor vanaf nu niet meer gedurende het vervolg van het experiment.

- 8 Het verzamelen van de gegevens stopt automatisch na 60 seconden.




Let erop dat bij het stoppen van de gegevensverzameling het symbool  is veranderd in het symbool .

- 9 Verwijder de temperatuursensor uit het bekglas en veeg de sensor droog met papier.

Reflecteren

- 1 Beschrijf het verloop van de grafiek.
- 2 Waarom wordt de tijd op de horizontale as (x as) uitgezet tijdens dit experiment?
- 3 Waarom wordt de temperatuur op de verticale as (y as) uitgezet tijdens het experiment?
- 4 Bepaal de tijd die nodig is om de maximale temperatuur te bereiken.
 - a Bestudeer de gegevens op de grafiek om de maximale temperatuur te vinden.
Gebruik de touchpad of pijltoetsen om de cursor te bewegen naar een gewenst punt op de grafiek. Druk op  om een punt te selecteren. Gebruik de pijltoetsen om andere punten op de grafiek te bestuderen.
 - b Bepaal deze temperatuur (afroonden op 0,1 °C) en bijhorende tijd.
De coördinaten van het punt dat je bestudeert, kan je links van de grafiek op het scherm terugvinden.




Maximale temperatuur (°C)	Verstreken tijd (s)

- 5 Controleer de waarde van de gevonden maximale temperatuur m.b.v. statistische analyse.
*Druk op  en selecteer **4:Analyseren** en vervolgens **5:Statistieken** om een statistische analyse uit te voeren op jouw gegevens.*
- 6 Je kan het tijdstip waarop de maximale temperatuur werd bereikt ook controleren door naar de gegevenstabel te kijken.
 - a Ga naar tabelweergave om de gegevenstabel te raadplegen.
Je kan dit op twee manieren:
 - *Klik op het symbool voor tabelweergave .*
 - *Alternatief: druk , selecteer **5:Beeld** en dan **3:Tabel**.*
 - b Bepaal de tijd die nodig is om de maximale temperatuur te bereiken.
Je kan door de gegevens scrollen in de gegevenstabel door gebruik te maken van het touchpad en de pijltoetsen.
- 7 Bepaal de responstijd van de temperatuursensor. De responstijd is de tijd die nodig is om de maximale temperatuur te bereiken nadat de sensor van het koud water werd overgebracht naar het warm water. Beschrijf hoe je het antwoord gevonden hebt.


Deel 2: Gebeurtenissen met invoer (Wet van Boyle en Mariotte)


Het doel van dit experiment is om het verband tussen druk en volume van een ideaal gas te bepalen.

Uitvoeren

- 1 Voeg een nieuwe opgave toe aan jouw TI-Nspire document en voeg een DataQuest applicatie in.
Door een nieuwe opgave in jouw document in te voegen, behoud je de gegevens uit deel 1.
*Om een nieuwe opgave toe te voegen druk je op . In het menu 4: **Invoegen**, selecteer je **1: Opgave**. Merk op dat er onmiddellijk een nieuw tab blad is bijgevoegd getiteld 2.1. Om de DataQuest applicatie toe te voegen tot deze pagina selecteer je **7: Vernier DataQuest toevoegen**.*
- 2 Verwijder de temperatuursensor en verbind de interface met de gasdruksensor.
- 3 Zet de zuiger van de meetspuit op 10 ml. Doe dit wanneer de meetspuit niet met de sensor verbonden is.
- 4 Verbind vervolgens de meetspuit met de gasdruksensor. Doe dit voorzichtig!
- 5 Instellen van de parameters van de verzamelingmodus:
 - a Instellen van de verzamelingmodus: Gebeurtenissen met invoer
*Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**. Kies **2: Invoer van gebeurtenissen**. Er verschijnt een nieuw menu (Setup Gebeurtenissen met invoer).*
 - b In dit experiment ga je de druk meten bij verschillende zelf in te stellen volumes. De gebeurtenis is hier dus een bepaald volume.
Bij gebeurtenissen typ je: volume. Bij eenheden typ je: ml. Klik op OK.
- 6 Start de meting.
Op welke knop moet je daarvoor drukken?
In de verzamelingmodus: Gebeurtenissen met invoer zal niet de grootte in functie van de tijd gemeten worden als je de meting start. In dezeodus worden geen gegevens geregistreerd vooraleer je een gegeven (gekoppeld aan een gebeurtenis of waarde) opslaat door te klikken op het symbool van het fototoestel .

7 De gegevens verzamelen.

- a Om het eerste gegeven vast te leggen, klik je op het symbool .
- b Er verschijnt een scherm waarin je het volume moet noteren waar staat waarde invoeren. Typ de waarde "10" in aangezien we de zuiger van de meetspuit op 10 ml hebben geplaatst. Klik vervolgens op **OK**.
Op de grafiek verschijnt nu een punt dat overeenstemt met de gemeten waarde van druk. Je kunt de verzamelde gegevens altijd raadplegen in tabel weergave.

8 Herhaal stappen 7 a en b voor andere waarde van het volume. Verplaats hiervoor de zuiger telkens naar een ander volume. Verzamel gegevens bij 8, 7, 6, 5, 12, 13 en 15 ml. *Na het tweede meetpunt laat je best de schaal van de grafiek automatisch aanpassen. Je verkrijgt dan de best passende schaal. Druk hiervoor op . Selecteer **3: Grafieken** en vervolgens **7: Autoscale now**.*

9 Stop de meting.

Op welk symbool moet je hiervoor klikken?

Om verdere analyse op je verzamelde gegevens uit te voeren, moet je steeds de meting stoppen.

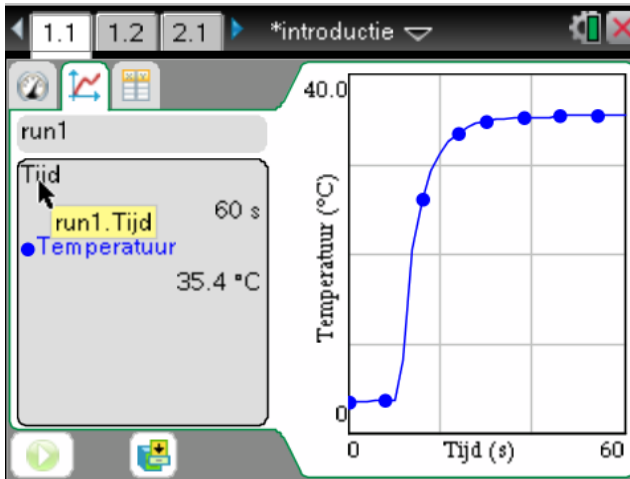
Reflecteren

- 1 Bekijk de vorm van de curve. Is het verband tussen druk en volume recht evenredig of omgekeerd evenredig. Toon je antwoord ook aan met meetwaarden.
- 2 Leg uit hoe het verband tussen druk en volume van een gas bijdraagt tot de ademhaling van de mens.
- 3 Formuleer een besluit.

2.3.2 Tips en verbetersleutel

Deel 1: Tijdgebaseerde meting

Grafiekweergave:



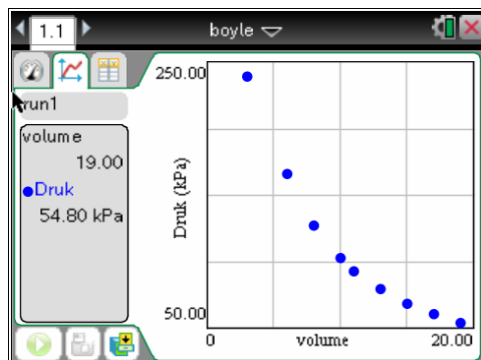
Tabelweergave:

run1		
	Tijd	Temp
1	0	3.7
2	2	3.7
3	4	3.7
4	6	3.8
5	8	3.8
6	10	3.9

Statistieken:



Deel 2: Gebeurtenissen met invoer



2.4 Verdamping en intermoleculaire krachtwerking

2.4.1 Leerlingennota's

Oriënteren

Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we de invloed van intermoleculaire krachten op fysische eigenschappen van stoffen nagaan en voorspellen?

Vorbereiden

Achtergrondinformatie

In dit experiment wordt een temperatuursensor achtereenvolgens in verschillende vloeistoffen gebracht. Het verdampingsproces treedt op wanneer deze sensor uit de vloeistof wordt gebracht. Dit verdampingsproces is een endotherm proces, wat resulteert in een temperatuursafname. De grootte van de temperatuursafname is, net zoals kooktemperatuur, een maat voor de sterkte van de intermoleculaire krachten.

Benodigd materiaal

- Lab Cradle
- TI-Nspire
- 2 temperatuursensoren
- vier rechthoekige stukjes filtreerpapier
- twee kleine elastiekjes
- kleefband
- 4 proefbuizen in proefbuisrekje

Benodigde stoffen

- ethanol (R11, S2, S7, S16)
- 1-propanol (R11,R41,R67, S2, S7, S16, S24,S26, S39)
- 1-butanol (R10, R22, R37/38, R41, R67, S7/9, S13, S26, S37/39, S46)
- pentaan

Afvalstroom: vat solventen (niet gehalogeneerd)

Opstelling




Figuur 1



Figuur 2

Vorbereidende handelingen op het rekentoestel

- 1 Draag een veiligheidsbril!!!
- 2 Instellen van de rekenmachine voor verzamelen gegevens:
 - a Begin met een nieuw document:

Om een nieuw document te openen druk je op  en selecteer je 1 Nieuw. Je kan gevraagd worden om een huidig document op te slaan.

- b Verbind de interface met het TI-Nspire rekentoestel.
- c Verbind de twee temperatuursensoren met Lab Cradle.
- d Begin steeds met een Nieuw experiment:

*Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **1: Nieuw experiment**.*

- 3 Instellen van de parameters van de verzamelingsmodus:
 - a Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd


*Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingsmodus**.*

*Kies **1: Tijdgebaseerd**.*

- b Stel de snelheid in de meting (meetwaarden/seconde) zodanig dat je meet met een snelheid van één meetwaarde per drie seconden.
Welk waarde ga je invullen bij snelheid (meetwaarden/seconde) als je één meting per drie seconden wil laten uitvoeren?
- c Pas de duur van het experiment aan naar **240** seconden.


Uitvoeren

- 1 Wikkel rond de twee temperatuursensoren een rechthoekig stukje filtreerpapier en maak het vast met een elastiekje. Rol het filtreerpapier rond de sensors in de vorm van een cilinder.
- 2 Steek één sensor nu in een proefbuis die je voor +/- 1/5 gevuld hebt met ethanol (zie figuur 1). Zorg ervoor dat de proefbuis niet overloopt. Steek de tweede sensor in een proefbuis die voor +/- 1/5 gevuld hebt met 1-butanol.
- 3 Maak stukjes kleefband van ongeveer 10 cm klaar. Deze worden gebruikt in de volgende stap.


- 4 Als de sensoren 30 seconden in de vloeistof zitten, klik dan op  om temperatuursgegevens te beginnen te verzamelen. Er verschijnt real time een grafiek (temperatuur in functie van tijd) op het scherm van de rekenmachine. Laat nu gedurende 15 seconden de temperatuursensoren in de proefbuizen met de vloeistof zitten om de begintemperatuur te kunnen bepalen. Verwijder vervolgens de sensoren GELIJKTIJDIG uit de proefbuizen en kleef de sensoren aan een tafeluiteinde vast zoals getoond op figuur 2 (tijdens de meting vul je best al de tabel aan in de rubriek reflecteren).

- 5 Het verzamelen van de data stopt automatisch na vier minuten. Op het scherm verkrijg je dan een grafiek waarop de metingen zijn weergegeven (temperatuur i.f.v. tijd). Als je de cursor verschuift over de grafiek, wordt bovenaan het scherm de corresponderende tijd (X) en temperatuur (Y) weergegeven.

- 6 Bepaal de maximumtemperatuur θ_1 en de minimumtemperatuur θ_2 en bereken $\Delta\theta$ (in tabel noteren!) met behulp van statistische analyse:


Druk op  en selecteer **4: Analyseren** en vervolgens **5: Statistieken** om een statische analyse uit te voeren op jouw gegevens.

- 7 Bewaar de gegevens van het eerste experiment om later te gebruiken. Hoe doe je dit?

Klik op het symbool het ladekastje .

- 8 Voorspel nu de $\Delta\theta$ voor 1-propanol en pentaan gebaseerd op de gegevens over ethanol en 1-butanol. Noteer je voorspellingen in tabel 2 van het verslag.

- 9 Herhaal dan stap 1-6 voor 1-propanol en pentaan.

- 10 De curven van de twee experimenten op één grafiek krijgen : Klik op het scherm naast de grafiek op het kader waar staat "run 2", selecteer vervolgens "Alles". De curven van de drie experimenten zouden moeten verschijnen op dezelfde grafiek. *Je kunt dit ook verkrijgen door te drukken op  . Selecteer 5: Beeld en dan 5: Gegevensset selecteren. Kies 3: Alles.*

Verslag Tabel 1

stof	brutoformule	structuur	molaire massa (g/mol)	H-bruggen mogelijk? Ja of nee
ethanol	C ₂ H ₅ OH	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $		
1-butanol	C ₄ H ₉ OH			
1-propanol	C ₃ H ₇ OH			
pentaan	C ₅ H ₁₂			

Data Tabel 2

stof	θ ₁ (°C)	θ ₂ (°C)	Δθ (°C)
ethanol			
1-butanol			
1-propanol			
pentaan			

Voorspelde Δθ (°C)	Verklaring

Reflecteren

- 1 Identificeer de curven

kleur curve	naam stof

- 2 Rangschik de stoffen volgens toenemende intermoleculaire krachtwerking en verklaar!

- 3 Verklaar waarom de temperatuur na een tijdje terug toeneemt bij de meting met pentaan.

2.4.2 Tips en verbetersleutel

- Het is aan te raden rond het uiteinde van de temperatuursensor een papier te wikkelen. Dit zorgt voor meer representatieve gegevens. Zowel chromatografiepapier als filtreerpapier komen in aanmerking. Er kunnen verschillende elastiekjes gebruikt worden om het papier op de juiste plaats te houden. Elastiekjes die een orthodontist gebruikt hebben echter de perfecte afmetingen.
- De meeste van de stoffen die gebruikt worden zijn zeer vluchtig. Zorg er dus voor dat het lokaal goed verlucht wordt tijdens het uitvoeren van de proef. Dit experiment niet in de nabijheid van een vlam uitvoeren!

VERBETERSLEUTEL

stof	brutoformule	structuur	molaire massa (g/mol)	H-bruggen mogelijk? Ja of nee
ethanol	C_2H_5OH	<pre> H H H - C - C - OH H H </pre>	46,1	JA
1-butanol	C_4H_9OH	<pre> H H H H H - C - C - C - C - OH H H H H </pre>	74,1	JA
1-propanol	C_3H_7OH	<pre> H H H H - C - C - C - OH H H H </pre>	60,1	JA
pentaan	C_5H_{12}	<pre> H H H H H H - C - C - C - C - C - H H H H H H </pre>	72,1	NEE

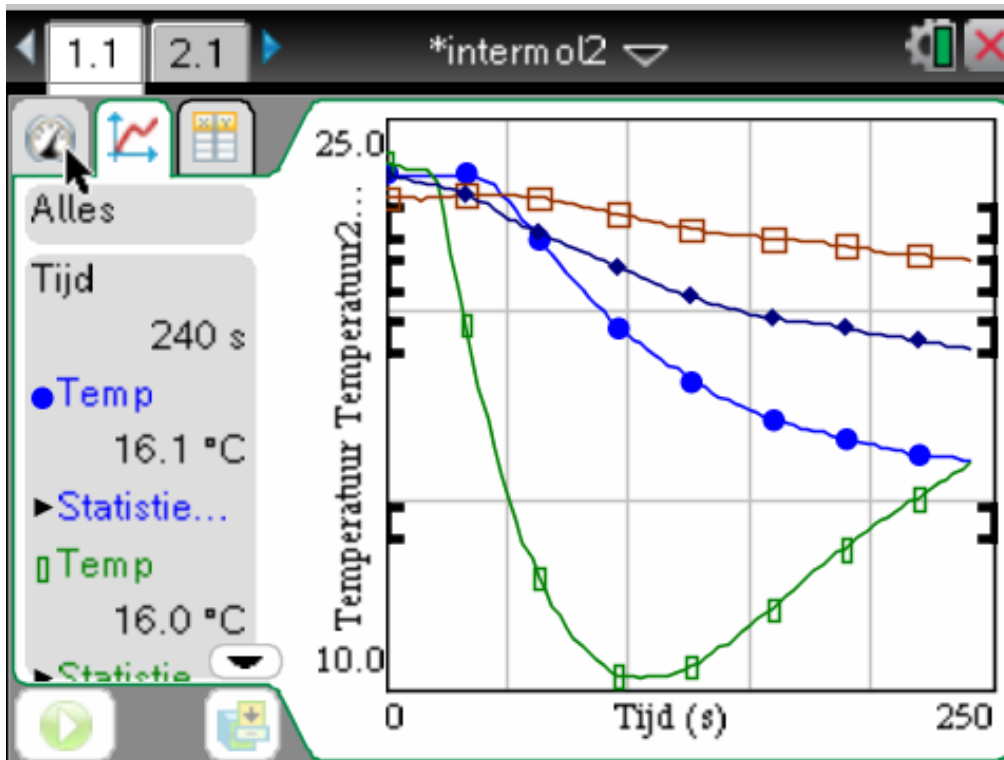
Data

stof	θ_1 (°C)	θ_2 (°C)	$\Delta\theta$ (°C)
ethanol	19,3	11,4	7,9
1-butanol	21,0	19,2	1,8
1-propanol	19,0	16,4	2,6
pentaan	21,0	-2,1	23,1

Voorspelde $\Delta\theta$ (°C)	Verklaring
<7,9 > 1,8	Hogere M Lagere M (beiden H-bruggen)
>7,9	Geen H-bruggen

Reflecteren

1. Identificeer de curven.



kleur curve	naam stof
groen (rechthoek)	pentaan
licht blauw (bol)	ethanol
donker blauw (ruit)	1-propanol
bruin (vierkant)	1-butanol

2 Rangschik de stoffen volgens toenemende intermoleculaire krachtwerking en verklaar!

Rangschikking volgens toenemende intermoleculaire krachtwerking:

pentaan < ethanol < 1-propanol < 1-butanol

Hoe meer en hoe groter de intermoleculaire krachten, hoe trager een stof verdampt. (Hoe kleiner het gemeten temperatuursverschil zal zijn). Ethanol, 1-propanol en 1-butanol bezitten naast vanderwaalskrachten en dipoolkrachten ook H-brugkrachten. Hoe groter de molaire massa, hoe sterker de intermoleculaire krachten zijn. Dit verklaart het verschil tussen de alcoholen onderling. Pentaan bezit geen H-brugkrachten en zal dus het snelste verdampen.

3 Verklaar waarom de temperatuur na een tijdje terug toeneemt bij de meting met pentaan.

Bij pentaan neemt de temperatuur plots weer toe. Dit wijst erop dat de stof op dit tijdstip volledig verdampt is.

2.5 Onderzoeksopdracht: de geleidbaarheidsensor en zuiver water

2.5.1 Leerlingennota's

Oriënteren

Bekijk het videofragment op schooltv. "Zuiver water halen uit leidingwater."

http://www.schooltv.nl/beeldbank/clippopup/20031208_05_01destil

In dit videofragment zie je een vereenvoudigde weergave van de productie van gedestilleerd water. In de industrie is de opstelling veel ingewikkelder en maakt men in het proces ook ergens gebruik van een geleidbaarheidsensor.

Onderzoeksvragen

Wat is de functie van een geleidbaarheidsensor bij het destilleren van water?

Hypothese:.....

We proberen een antwoord te zoeken op de vraag a.d.h.v. twee experimenten.

Experiment 1 Onderzoek van de geleidbaarheid van verschillende oplossingen

Oriënteren

Onderzoeksvraag

Welke stoffen en oplossingen uit het dagelijks leven geleiden de elektrische stroom?

Vorbereiden

Informatie verzamelen

- Wat is elektrische stroom?
- Hoe kunnen we aantonen of een stof de elektrische stroom geleidt?

Uitvoeren

Opstelling



Denk vooraf na of de onderzochte zuivere stoffen en oplossingen al dan niet de elektrische stroom geleiden en duid dit aan met respectievelijk + of – teken in de kolom HYPOTHESE.

Zet voor de metingen de waarde van de geleidbaarheid op nul. Klik op **Menu-1:Experiment-9: sensoren instellen- 3:nul**

Check vervolgens je hypothese op de volgende manier: Breng de in de tabel vermelde zuiver stoffen en oplossingen (50 ml) telkens afzonderlijk in een bekeerglas van 100 ml. Breng vervolgens het bekeerglas naar de geleidbaarheidssensor.

Spoel bij het verwisselen van de inhoud steeds de beker en de elektroden schoon met gedemineraliseerd water.

	HYPOTHESE	gemeten geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	controle hypothese.
zuivere stoffen - glucose - natriumchloride - gedemin. water			
Oplossingen (0,1 mol/l) - glucose - waterstofchloride - ethaanzuur - natriumchloride - leidingswater			

Plaats de waarnemingen van bovenstaande proeven in een overzichtelijke tabel.

Vermeld duidelijk of het gaat om een vaste stof of een oplossing.

Vermeld ook telkens tussen haakjes de gemeten geleidbaarheid.

Geleiden WEL de elektrische stroom	Geleiden NIET de elektrische stroom

Reflecteren

- Conclusie onderzoeksvraag (zie bovenstaande tabel)

Beantwoord de onderstaande vragen wanneer de theorie rond elektrolyten gegeven is.

- Welke oplossingen zijn elektrolyten?

- Welke oplossing is de sterkste elektrolyt?

- Welke oplossing is de zwakste elektrolyt?

- Verklaar het verschil in geleidbaarheid tussen gedestilleerd water en leidingwater.

- Waarom is het gevaarlijk om met natte handen aan elektrische toestellen te werken?

Experiment 2 Onderzoek van de invloed van concentratie van oplossingen op geleidbaarheid

Oriënteren

Onderzoeksvragen

Hoe kunnen we het effect van de concentratie van oplossingen op de geleidbaarheid experimenteel onderzoeken?

Vorbereiden

Achtergrondinformatie

Ionverbindingen dissociëren in ionen in water. De oplossing zal hierdoor de elektrische stroom geleiden.

Bijvoorbeeld de dissociatiereactie van NaCl: NaCl


Opstelling



Figuur 1 Opstelling

1 Instellen van de rekenmachines voor verzamelen gegevens:

- a Zet de rekenmachine aan.
- b Begin met een nieuw document:

Om een nieuw document te openen druk je op  en selecteer je 1 Nieuw. Je kan gevraagd worden om een huidig document op te slaan.

- c Verbind de geleidbaarheidssensor met de interface (Easy Link of Lab Cradle).
- d Zorg bij de geleidbaarheidssensor ervoor dat de keuzeknop op de versterkingsbox op de stand 0-2000 μS staat.
- e Verbind de interface met het TI-Nspire rekentoestel.


De Vernier DataQuest applicatie start automatisch op wanneer je de interface met het rekentoestel heb verbonden.

- f Begin steeds met een Nieuw experiment:

Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **1: Nieuw experiment**.


2 Instellen van de parameters van de verzamelingmodus:


- a Instellen van de verzamelingmodus: Gebeurtenissen met invoer


Druk op . Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**. Kies **2: Invoer van gebeurtenissen**. Er verschijnt een nieuw menu (Setup Gebeurtenissen met invoer).

- b In dit experiment gaan we druppels van elektrolytoplossingen toevoegen. Bij gebeurtenissen typ je: aantal druppels. Je moet geen eenheden invullen. Klik op OK.

Uitvoeren


- 1 Doe 70 ml gedestilleerd water in een bekeerglas van 100 ml. Houd een druppelflesje met NaCl oplossing in de buurt.
- 2 Voor dat je druppels oplossing toevoegt, klik op het symbool  om de metingen te starten.
- 3 Breng de oplossing naar de geleidbaarheidssensor tot de opening aan het einde van de sensor volledig is ondergedompeld in de oplossing.

Klik op het symbool van het fototoestel . Je wordt nu gevraagd om de x-waarde (= aantal druppels) in te vullen. Typ "0", het volume toegevoegd NaCl. Druk **OK**. Je hebt nu de eerste gegevens bewaard van dit experiment. Zet het bekeerglas op de werktafel zodat de sensor uit de oplossing komt.


- 4 Je bent nu klaar om de NaCl oplossing toe te voegen.
 - a Voeg 1 druppel NaCl oplossing toe aan het gedestilleerd water. **Roer goed om het mengen te bevorderen.**
 - b Breng de oplossing terug naar de sensor.
 - c Schud even voorzichtig met de beker. Volg de geleidbaarheid van de oplossing gedurende 5 seconden.
 - d Klik op  en typ "1". "1" is het aantal druppels NaCl toegevoegd. De geleidbaarheid en het toegevoegd volume van de tweede meting zijn nu bewaard.
 - e Zet de beker terug op de werktafel, zodat de sensor uit de oplossing is.
- 5 Herhaal de meting voor elke druppel toegevoegd NaCl oplossing tot je 4 druppels hebt toegevoegd.

Opmerking: Je gaat dit experiment ook nog herhalen voor de andere oplossingen (AlCl_3 en CaCl_2). Zorg ervoor dat je in elk experiment het aantal metingen (0-4 druppels) steeds hetzelfde houdt.

- 6 Door toevoeging van druppels NaCl oplossing zal de concentratie van NaCl in de oplossing toenemen. De curve geeft daarom ook de relatie weer tussen geleidbaarheid en concentratie.


Voor je gegevens kunt analyseren moet je eerst de meting stoppen door op het symbool  te klikken.

Bepaal de richtingscoëfficiënt van de curve.

- a Druk op . Selecteer **4: Analyseren** en dan **6: curve fit**. Kies **1: Lineair**
- b De gegevens van de analyse verschijnen op het scherm. Theoretisch verwachten we de vorm $y=mx$ (rechte door oorsprong). Noteer de waarde van de rico m in de tabel bij **Reflecteren**. Druk op OK. De beste passende rechte verschijnt op het scherm, links kun je de gegevens van de analyse raadplegen.

- 7 Bewaar de gegevens van het eerste experiment om later te gebruiken. Hoe doe je dit?



Klik op het symbool het ladekastje .

- 8 Herhaal stap 2 t.e.m. 7 maar gebruik nu 1,0 mol/l AlCl_3 oplossing (reinig eerste de sensor met gedestilleerd water en papier, giet de inhoud van het bekeerglas in het correcte afvalvat en vul het na het reinigen opnieuw met 70 ml gedestilleerd water) (Vergeet niet om de rico te bepalen! Zie stap 6).
- 9 Herhaal stap 2 t.e.m. 6 maar gebruik nu 1,0 mol/l CaCl_2 oplossing.

PAS OP!

Stap 7 (gegevens opslaan) nu NIET uitvoeren zoals bij de vorige twee experimenten.


(Vergeet niet de sensor en het bekeerglas te reinigen.)

(Vergeet niet om de rico te bepalen! Zie stap 6.)

- 10 De curven van de drie experimenten op één grafiek met geleidbaarheid i.f.v. aantal druppels toegevoegd:

Klik op het scherm naast de grafiek op het kader waar staat "run 3", selecteer vervolgens "Alles".

De curven van de drie experimenten zouden moeten verschijnen op dezelfde grafiek.

Je kunt dit ook verkrijgen door te drukken op . Selecteer **5: Beeld** en dan **5: Gegevensset selecteren**. Kies **3: Alles**.

Reflecteren

1) schets hieronder de drie curven.

Vergeet de assen niet te benoemen en duid bij iedere curve aan over welke stof (NaCl, AlCl₃ of CaCl₂) het gaat.

2) Schrijf de dissociatiereacties van NaCl, AlCl₃ en CaCl₂ in water.

3) Wat gebeurt er met de geleidbaarheid als er druppels NaCl oplossing worden toegevoegd? Verklaar!

4) Vergelijk de hellingen van de curven:

oplossing	richtingscoëfficiënt van de curve
NaCl	
CaCl ₂	
AlCl ₃	

5) Waarom verschillen de hellingen van de drie curven?

Reflecteren op het onderzoek na experiment 1 en 2

Onderzoeksvragen

Wat is de functie van een geleidbaarheidsensor bij het destilleren van water?

Controle hypothese:.....

2.5.2 Tips en verbeterleutel

Experiment 1 Onderzoek van de geleidbaarheid van verschillende oplossingen

	HYPOTHESE	Gemeten geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Controle hypothese.
zuivere stoffen			
- glucose		0	
- natriumchloride		0	
- gedemin. water		0	
Oplossingen (0,1 mol/l)			
- glucose		0	
- waterstofchloride		3985	
- ethaanzuur		379	
- natriumchloride		4042	
- leidingswater		467	

Geleiden WEL de elektrische stroom	Geleiden NIET de elektrische stroom
Waterstofchloride oplossing	Glucose (vast)
Ethaanzuur oplossing	Natriumchloride (vast)
Natriumchloride oplossing	Gedestilleerd water
Leidingswater	Glucose oplossing

Reflecteren

- Conclusie onderzoeksvraag (zie bovenstaande tabel)

Beantwoord de onderstaande vragen wanneer de theorie rond elektrolyten gegeven is.

- Welke oplossingen zijn elektrolyten?

Waterstofchloride oplossing, ethaanzuur oplossing, natriumchloride oplossing en leidingwater.

- Welke oplossing is de sterkste elektrolyt?

Natriumchloride oplossing (grootste gemeten geleidbaarheid)

- Welke oplossing is de zwakste elektrolyt?

Ethaanzuur oplossing (kleinste gemeten geleidbaarheid)

- Verklaar het verschil in geleidbaarheid tussen gedestilleerd water en leidingwater.

Leidingwater bevat andere stoffen zoals kalk die in water in ionen splitsen en zo de elektrische stroom

- Waarom is het gevaarlijk om met natte handen aan elektrische toestellen te werken?

Er is gevaar op elektrocutie.

Experiment 2 Onderzoek van de invloed van concentratie van oplossingen op geleidbaarheid

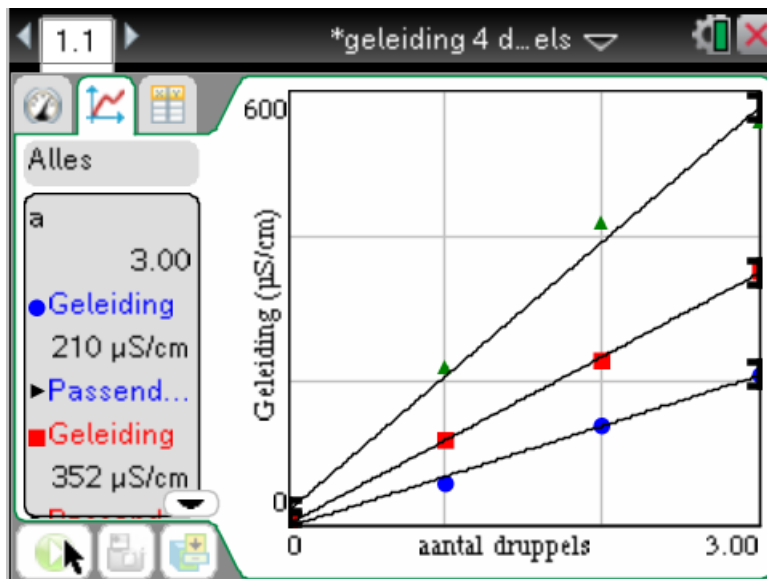
TIPS

- Dit experiment kan ook als demoproef getoond worden.
- Bereiding van 1,0 mol/l NaCl-oplossing: 5,85 g NaCl per 100 ml oplossing.
- Bereiding van 1,0 mol/l AlCl₃-oplossing: 24,15 g AlCl₃ per 100 ml oplossing.
Opmerking: AlCl₃ is corrosief. R34 S7/8 S28 S45
- Bereiding van 1,0 mol/l CaCl₂-oplossing: 11,1 g CaCl₂ per 100 ml oplossing.
Opmerking: CaCl₂ is irriterend. R36 S22 S24
- Zorg ervoor dat de oplossingen in druppelflesjes aanwezig zijn. Om de beste resultaten te behalen, houden de leerlingen de druppelteller best perfect verticaal bij het druppelen.

- De verhouding van de richtingscoëfficiënten benadert zeer goed de verhouding van het aantal mol ionen dat ontstaat bij dissociatie:
 - Verhouding van rico's: 89,34 tot 133,66 tot 205,49
 - Verhouding van aantal mol ionen: 2 tot 3 tot 4

VERBETERSLEUTEL

- 1) Schets hieronder de drie curven.



2) Schrijf de dissociatiereacties van NaCl, AlCl₃ en CaCl₂ in water:

NaCl

2.6 Kalibreren van de pH-sensor

Vorbereidende handelingen

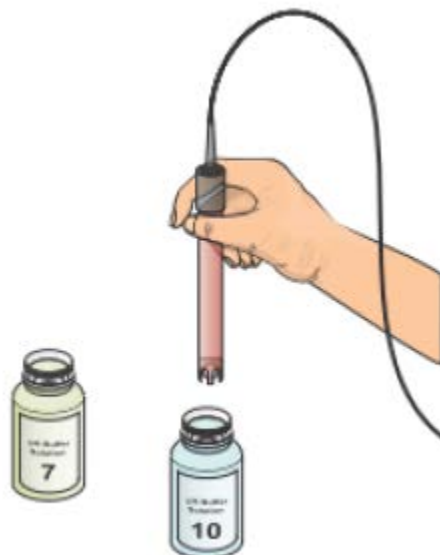
- 1 Verbind de TI-Nspire CX met de Lab Cradle.
- 2 Verbind de pH-sensor met de Lab Cradle

Eerste kalibratiepunt

- 1 Klik op menu ---- experiment---- sensoren instellen -----ijken -----twee punten.
- 2 Spoel eerst de sensor af met gedestilleerd water en droog hem voorzichtig af met papier.
- 3 Plaats de sensor in de eerste buffer oplossing (pH=7). Wacht tot de spanning is gestabiliseerd.
- 4 Typ de eerste referentiewaarde in : "7" (de pH waarde van de buffer) en klik op OK.

Tweede kalibratiepunt

- 1 Spoel de sensor af met gedestilleerd water en droog hem voorzichtig af met papier.
- 2 Plaats de sensor in de tweede buffer oplossing (pH=10). Wacht tot de spanning is gestabiliseerd.
- 3 Typ de eerste referentiewaarde in: "10" (de pH waarde van de buffer) en klik op OK.



2.7 Onderzoek van een neutralisatiereactie a.d.h.v. pH- en geleidbaarheidsmetingen

2.7.1 Leerlingennota's

Oriënteren

Probleemstelling

Onderzoek van de neutralisatiereactie tussen NaOH –opl. (0,100 mol/l) en HCl (0,100 mol/l).

Visueel kun je zonder hulpmiddelen deze neutralisatiereactie niet waarnemen.

Onderzoeksvraag

Voorbereiden

Informatie verzamelen

- We onderzoeken de neutralisatiereactie tussen NaOH –opl. (0,100 mol/l) en HCl (0,100 mol/l).

Stoffenreactievergelijking:

Reactievergelijking in ionvorm:

Essentiële reactievergelijking:

- D.m.v. sensoren, gekoppeld aan meetinstrumenten, kan deze reactie wel gevolgd worden. Bv. door een verandering van elektrische geleiding of een pH-verandering. Ook door middel van kleurverandering van een zuur-base indicator (bv. fenolftaleïne) kan een neutralisatiereactie gevolgd worden.

Benodigd materiaal	Benodigde stoffen
<ul style="list-style-type: none"> • bekeerglas 400 ml • 2 klemmen • statief • buretklem • buret • maatcilinder van 10 ml en 100 ml • pH-sensor • geleidbaarheidssensor • 2 EasyLink of Lab Cradle • 2 TI-Nspire (3.0) of 1 TI-Nspire 	<ul style="list-style-type: none"> • HCl-oplossing (0,1 mol/l) • NaOH-oplossing (0,1 mol/l) • gedestilleerd water • fenolftaleïne

Vorbereidende handelingen

- 1 Doe (m.b.v. een maatcilinder van 10 ml) zo nauwkeurig mogelijk 10 ml HCl-oplossing (0,1 mol/l) in een bekeerglas van 400 ml.
- 2 Doe vervolgens 150 ml gedestilleerd water bij de HCl-oplossing in het bekeerglas van 400 ml.
- 3 Doe vervolgens ook twee druppels fenolftaleïne in het bekeerglas.
- 4 Vul het buret tot aan de 0 ml ijkstreep met NaOH – oplossing 0,1 mol/l.
- 5 Bevestig het buret m.b.v. de buretklem aan het statief.
- 6 Instellen van de rekenmachines voor verzamelen gegevens: **(op ieder rekentoestel uitvoeren)**
 - a Zet de rekenmachines aan.
 - b Begin met een nieuw document:
 - c Verbind de geleidbaarheidssensor of pH - sensor met de interface (Easy Link).
 - d Zorg bij de geleidbaarheidssensor ervoor dat de keuzeknop op de versterkingsbox op de stand 0-2000 μ S staat.
 - e Verbind de interface met het TI-Nspire rekentoestel.
 - f Begin steeds met een Nieuw experiment:
- 7 Instellen van de parameters van de verzamelingmodus: In dit experiment gaan we stapsgewijs NaOH toevoegen via het buret aan de HCl oplossing. Het volume NaOH dat we toevoegen wordt uitgedrukt in milliliter (ml) en kunnen we aflezen van het buret.

Kies de geschikte verzamelingmodus en instellingen.
- 8 Bevestig de sensoren m.b.v. de klemmen aan het statief.
- 9 Breng de sensoren in de HCl-oplossing in het bekeerglas van 400 ml. Zorg ervoor dat de uiteinden van beide sensoren voldoende in de oplossing zitten.
- 10 Schud even voorzichtig met het bekeerglas zodat de oplossing goed gemengd is.


Uitvoeren


- 1 Start de meting.
- 2 Voeg stapsgewijs NaOH oplossing toe volgens onderstaande tabel. **Schud na elke toevoeging even voorzichtig met het bekglas zodat de oplossing goed mengt.**
- 3 Vul ook de onderstaande tabel nauwkeurig aan. Je kunt de pH waarde en geleidbaarheid steeds links op het scherm aflezen. Je kunt ook steeds de gegevenstabel met de reeds verzamelde gegevens raadplegen. Ga hiervoor naar tabelweergave:

Je kan dit op twee manieren:

- Klik op het symbool voor tabelweergave .
- Alternatief: druk , selecteer **5: Beeld** en dan **3: Tabel**.

Om terug te keren naar de grafiek, klik je op grafiekweergave .

- 4 Stop de metingen.
- 5 Bewaar de gegevens van de experimenten zodat je later kan verder werken. Doe dit door de volledige .tns file op te slaan: Druk op . In het menu **1: Bestand**, kies je **5: Opslaan als...** Kies de gewenste locatie en een geschikte naam: bijvoorbeeld **neutralisatie**.

Je kunt later op ieder ogenblik dan de gegevens opnieuw oproepen via . In het menu **1: Bestand**, kies je **2: Document openen**.

Waarnemingen:

volume NaOH toegevoegd (ml)	geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	kleur van de indicator	pH- waarde
0			
2			
4			
6			
7			
8			
8,5			
9			
9,5			
10			
10,5			
11			
11,5			
12			
13			
15			
17			

Reflecteren

Verwerking van de gegevens

- **de pH-curve:**

De pH-curve is een grafiek waarop de pH van de oplossing uitgezet wordt in functie van het volume NaOH dat toegevoegd werd.

Welke zijn de x-waarden?

Welke zijn de y-waarden?

Verbind je rekentoestel met een computer via een USB-kabel. Gebruik de software TI-Nspire om een “**screen capture**” te nemen van de grafiek op je scherm.

Print de curve uit en kleef ze hieronder.

- ***de geleidbaarheidscurve***

De geleidbaarheidscurve is een grafiek waarop de geleidbaarheid uitgezet wordt in functie van het volume NaOH dat toegevoegd werd.

Welke zijn de x-waarden?

Welke zijn de y-waarden?

Verbind je rekentoestel met een computer via een USB-kabel. Gebruik de software TI-Nspire om een “**screen capture**” te nemen van de grafiek op je scherm.

Print de curve uit en kleef ze hieronder.

Bespreking van de resultaten

Beantwoord volgende vragen m.b.v. de pH-curve, geleidbaarheidscurve en de gemeten waarden.

1 pH-curve

Bekijk aandachtig de pH-curve.

Als de hoeveelheid H^+ -ionen (afkomstig van HCl) aanwezig in de erlenmeyer, gelijk is aan de hoeveelheid OH^- -ionen (afkomstig van NaOH) toegevoegd uit de buret, treedt een pH-sprong op.

Bij de pH-sprong geldt $n(OH^-) \dots\dots n(H^+)$ (vul in met =, < of >).

Dit is het eindpunt van de neutralisatiereactie. Dit eindpunt noemen we het equivalentiepunt (EP), vermits equivalente (gelijke) hoeveelheden OH^- -ionen met H^+ -ionen gereageerd hebben.

Hoeveel ml NaOH hebben we toegevoegd tot aan het EP?

Wat is de pH bij het equivalentiepunt?

Verandert de indicator van kleur tijdens de reactie (=voor het EP)?

Wat is de kleur van de indicator **na** het EP?

2 geleidbaarheidscurve

Bekijk nu aandachtig de geleidbaarheidscurve.

Het einde van de reactie (=EP) is merkbaar door een knik in de geleidbaarheidscurve.

Vermits de stroom (~geleiding) in een oplossing gedragen wordt door vrije ionen, is het nuttig na te gaan welke ionen aanwezig zijn in de oplossing tijdens de reactie (= tot aan het EP).

Welke ionen combineren met vorming van ongesplitste H_2O -moleculen tot aan het EP?

Welke ionen blijven vrij in oplossing tot aan het EP?

Wat is het verloop van de geleidbaarheid tot aan het EP? (=vermindert of vermeerderd of blijft gelijk)

Verklaring: Er verdwijnen steeds H^+ -ionen uit de oorspronkelijke oplossing. Deze worden vervangen door eenzelfde aantal Na^+ -ionen. Deze dragen in mindere/meerdere (schrapp wat niet past) mate bij tot de geleiding dan de H^+ -ionen. Daardoor daalt/stijgt (schrapp wat niet past) de geleidbaarheid van de oplossing tot aan het EP.

Wat is het verloop van de geleidbaarheid **na** het EP?
(=vermindert of vermeerderd of blijft gelijk)

We zoeken hiervoor een verklaring.

Eens dezelfde hoeveelheden H^+ -en OH^- -ionen met elkaar gereageerd hebben (bij het EP, het einde van de reactie), zal het blijven toevoegen van OH^- -ionen leiden tot een overmaat aan OH^- -ionen. De OH^- -ionen combineren immers na het EP niet meer met H^+ -ionen met vorming van ongesplitste moleculen water vermits er na het EP geen H^+ -ionen meer aanwezig zijn in de oplossing.

Welke ionen zijn dus in de oplossing aanwezig na het EP?

Tracht met deze informatie het verloop van de geleiding na het EP te verklaren.

Algemeen besluit:

Een neutralisatiereactie kan gevolgd worden door middel van een- enmeting. Bovendien kan men de reactie ook volgen door het toevoegen van een De indicator verandert immers van kleur bij het (= einde van de reactie).

2.7.2 Tips en verbeterleutel

TIPS

- Dit experiment kan ook als demoproef getoond worden bij de bespreking van de neutralisatiereactie of zuur-basetitraties.
- Bereiding van 0,1 mol/l NaOH-oplossing: 4,0 g NaOH per liter oplossing.
Opmerking: natriumhydroxideparels zijn corrosief (R35, S2, S36 en S37/39)
NaOH-oplossing is geen oertiterstof en kan eventueel (indien gewenst) gesteld worden m.b.v. KMnO_4 -oplossing.
- Bereiding van 0,1 mol/l HCl-oplossing: 8,33 ml geconcentreerde HCl (37 %) per liter oplossing.
Opmerking: geconcentreerde HCl-oplossing is corrosief (R34, R37,S2 en S26).
- Terwijl de leerlingen de proef uitvoeren, is het aan te raden rond te wandelen en de leerlingen voortdurend vragen te stellen. Bv. Hoe evolueert de pH van de oplossing als je HCl toevoegt? Kun je dit verklaren? Dit zorgt ervoor dat de leerlingen ook nadenken over de “chemie” achter het experiment en niet gewoon een recept volgen.
- Als het scherm van het rekentoestel uitvalt tijdens het experiment, druk dan even op **ENTER** of op **ON**.
- Zorg ervoor dat het bekersglas voldoende groot is en dat de uiteinden van de sensoren in de oplossing zitten. (Eventueel meer gedestilleerd water bijvoegen in het begin van het experiment tot alle uiteinden goed in de oplossing zitten.)
- Het is belangrijk dat de leerlingen na iedere toevoeging van HCl-oplossing de oplossing goed homogeniseren door voorzichtig (in een draaiende beweging) te schudden. Indien er voldoende beschikbaar zijn, kunnen ook magnetische roerplaten met magneet gebruikt worden.
- Voor meer nauwkeurigheid is het aangeraden zowel de pH-sensor als de geleidbaarheidssensor vooraf te kalibreren.
- Je kunt ook de temperatuur volgen in functie van de tijd. Om voldoende temperatuurwijziging waar te nemen bij deze exotherme reactie, werk je het best met oplossingen van 1,0 mol/l in plaats van 0,1 mol/l.

VERBETERSLEUTEL

Waarnemingen:

volume NaOH toegevoegd (ml)	geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	kleur van de indicator	pH-waarde
0	2635,5	<i>kleurloos</i>	2,506
2	2186,2	<i>kleurloos</i>	2,608
4	1755,2	<i>kleurloos</i>	2,748
6	1308	<i>kleurloos</i>	2,967
7	1080,7	<i>kleurloos</i>	3,142
8	883,4	<i>kleurloos</i>	3,423
8,5	787,6	<i>Kleurloos</i>	3,68
9	693,8	<i>kleurloos</i>	4,423
9,5	682	<i>paars</i>	6,9
10	718,6	<i>paars</i>	9,8
10,5	763,9	<i>paars</i>	10,62
11	822	<i>paars</i>	10,901
11,5	891	<i>paars</i>	11,105
12	910,4	<i>paars</i>	11,202
13	1026,8	<i>paars</i>	11,382
15	1259,5	<i>paars</i>	11,605
17	1468,5	<i>paars</i>	11,76

Reflecteren

Verwerking van de gegevens

- **de pH-curve:**

In de pH-curve wordt in een grafiek de pH van de oplossing uitgezet in functie van het volume NaOH dat toegevoegd werd.

Welke zijn de x-waarden?

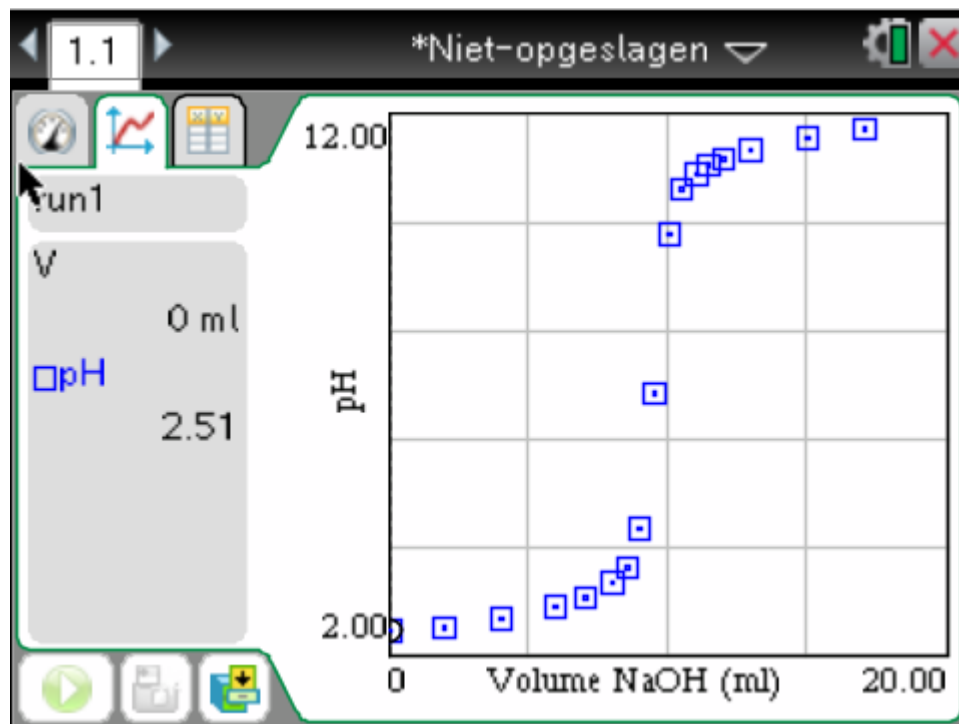
volume NaOH toegevoegd (ml)

Welke zijn de y-waarden?

pH

Verbind je rekentoestel met een computer via een USB-kabel. Gebruik het programma TI connect om een "screen capture" te nemen van de grafiek op je scherm.

Print de curve uit en kleef ze hieronder.



- **de geleidbaarheidscurve**

In de geleidbaarheidscurve wordt in een grafiek de geleidbaarheid uitgezet in functie van het volume NaOH dat toegevoegd werd.

Welke zijn de x-waarden?

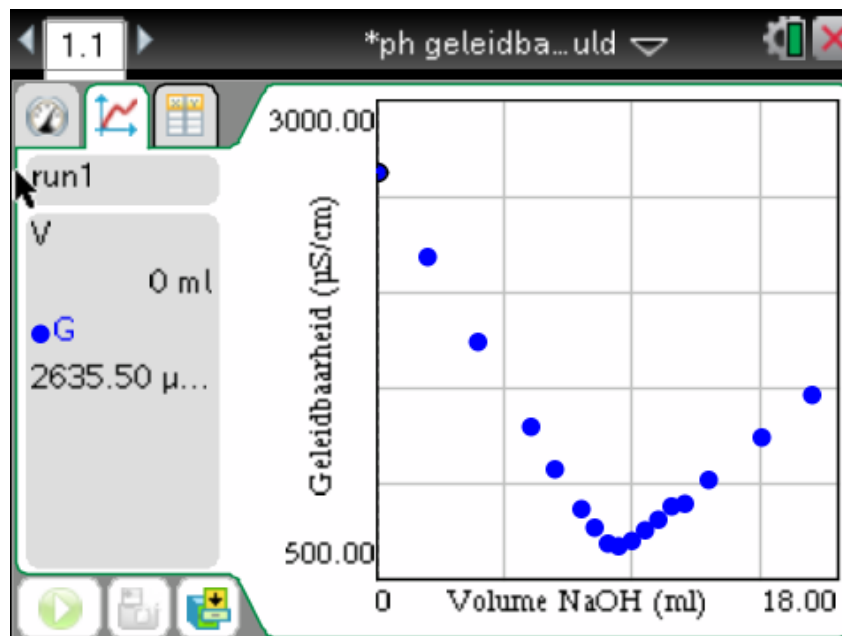
volume NaOH toegevoegd (ml)

Welke zijn de y-waarden?

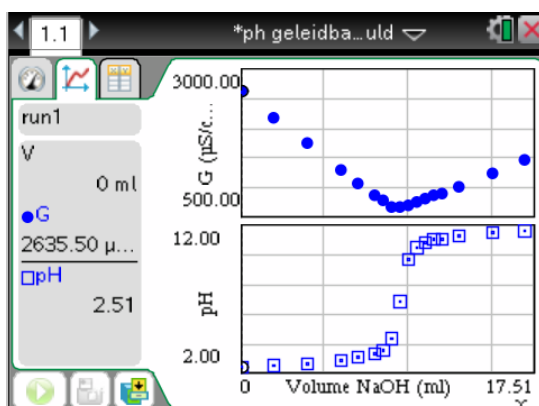
geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Verbind je rekentoestel met een computer via een USB-kabel. Gebruik het programma TI connect om een "screen capture" te nemen van de grafiek op je scherm.

Print de curve uit en kleef ze hieronder.



Opmerking: Bij de bespreking van de geleidbaarheidscurve kun je erop wijzen dat de geleidbaarheid bij dit experiment niet volledig "0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ " wordt bij het EP. Laat de leerlingen het EP ook aanduiden op de curve.



Het is ook mogelijk om beide grafieken op één scherm te krijgen. Klik daarvoor op **menu-3: grafieken- 1: grafiek weergeven- 3: Beiden**. Door rechts te klikken (ctrl+ menu) op de assen kan je de gewenste grootheden uitzetten.

Bespreking van de resultaten

Beantwoord volgende vragen m.b.v. de pH-curve, geleidbaarheidscurve en de gemeten waarden.

1 pH-curve

Bekijk aandachtig de pH-curve.

Als de hoeveelheid H^+ -ionen (afkomstig van HCl) aanwezig in de erlenmeyer, gelijk is aan de hoeveelheid OH^- -ionen (afkomstig van NaOH) toegevoegd uit de buret, treedt een pH-sprong op.

Bij de pH-sprong geldt $n(OH^-) \dots = \dots n(H^+)$ (vul in met =, < of >)

Dit is het eindpunt van de neutralisatiereactie. Dit eindpunt noemen we het equivalentiepunt (EP), vermits equivalente (gelijke) hoeveelheden OH^- -ionen met H^+ -ionen gereageerd hebben.

Hoeveel ml NaOH hebben we toegevoegd tot aan het EP?

9,5 ml (theoretisch bij 10 ml)

Wat is de pH bij het equivalentiepunt?

pH = 6,9 (theoretisch pH=7) (neutrale oplossing)

Verandert de indicator van kleur tijdens de reactie (=voor het EP)?

neen

Wat is de kleur van de indicator **na** het EP?

paars (overmaat base)

2 geleidbaarheidscurve

Bekijk nu aandachtig de geleidbaarheidscurve.

Het einde van de reactie (=EP) is merkbaar door een knik in de geleidbaarheidscurve.

Vermits de stroom (~geleiding) in een oplossing gedragen wordt door vrije ionen, is het nuttig na te gaan welke ionen aanwezig zijn in de oplossing tijdens de reactie (= tot aan het EP).

Welke ionen combineren met vorming van ongesplitste H_2O -moleculen tot aan het EP?

H^+ - en OH^- -ionen

Welke ionen blijven vrij in oplossing tot aan het EP?



Wat is het verloop van de geleidbaarheid tot aan het EP? (=vermindert of vermeerderd of blijft gelijk)

De geleidbaarheid vermindert.

Verklaring:

Er verdwijnen steeds H^+ -ionen uit de oorspronkelijke oplossing. Deze worden vervangen door eenzelfde aantal Na^+ -ionen. Deze dragen in **mindere/meerdere-**(schrapp wat niet past) mate bij tot de geleiding dan de H^+ -ionen. Daardoor **daalt/stijgt** (schrapp wat niet past) de geleidbaarheid van de oplossing tot aan het EP.

Wat is het verloop van de geleidbaarheid **na** het EP?
(=vermindert of vermeerderd of blijft gelijk)

De geleidbaarheid vermeerderd na het EP.

We zoeken hiervoor een verklaring.

Eens dezelfde hoeveelheden H^+ - en OH^- -ionen met elkaar gereageerd hebben (bij het EP, het einde van de reactie), zal het blijven toevoegen van OH^- -ionen leiden tot een overmaat aan OH^- -ionen. De OH^- -ionen combineren immers na het EP niet meer met H^+ -ionen met vorming van ongesplitste moleculen water vermits er na het EP geen H^+ -ionen meer aanwezig zijn in de oplossing.

Welke ionen zijn dus in de oplossing aanwezig na het EP?



Tracht met deze informatie het verloop van de geleiding na het EP te verklaren.

De OH^- ionen kunnen na het EP niet meer combineren met H^+ -ionen tot water en dragen bij tot het vermeerderen van de geleidbaarheid van de oplossing na het EP. Hoe meer OH^- ionen men blijft toevoegen, hoe beter de geleidbaarheid van de oplossing wordt.

Algemeen besluit:

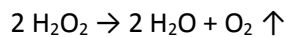
Een neutralisatiereactie kan gevolgd worden door middel van een **...pH.....**- en **...geleidbaarheidsmeting**. Bovendien kan men de reactie ook volgen door het toevoegen van een **...indicator.....** De indicator verandert immers van kleur bij het **...equivalentiepunt.....** (= einde van de reactie).

2.8 Onderzoeksopdracht: factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden.

2.8.1 Leerlingennota's

Oriënteren

De ontleding van waterstofperoxide tot water en zuurstofgas verloopt zeer traag volgens onderstaande reactie:



Je kan gebruik maken van een geschikte katalysator zoals kaliumjodide om de reactiesnelheid te verhogen.

In deze voorbereidende activiteit zul je gebruik maken van een gasdruksensor om de stijging van de gasdruk te volgen in een erlenmeyer wanneer kaliumjodide is toegevoegd aan waterstofperoxide. Vooraleer je kaliumjodide hebt toegevoegd, is er nog geen zuurstofgas gevormd en zal de druk niet toenemen. Een ogenblik nadat de katalysator werd toegevoegd, ontstaat er zuurstofgas met een constante snelheid. De richtingscoëfficiënt of helling van de curve in deze fase is constant en wordt de beginsnelheid van de reactie genoemd. Naarmate de reactie vordert zal er meer waterstofperoxide verbruikt worden. Hierdoor is er steeds minder waterstofperoxide aanwezig in de erlenmeyer waardoor de reactiesnelheid geleidelijk aan daalt. De reactie stopt wanneer alle waterstofperoxide is weggereageerd. Op dit moment wordt er geen zuurstofgas meer gevormd en neemt de druk in de erlenmeyer niet meer toe. Na het verzamelen van de gegevens zul je deze analyseren met behulp van de software om de richtingscoëfficiënt of beginsnelheid te bepalen.

Met behulp van deze voorbereidende activiteit en de informatie uit de theorielessen in verband met factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden, stel je een aantal onderzoeksvragen op in verband met het begrip reactiesnelheid. Daarna stel je zelf een onderzoek op over één van de zelf geformuleerde onderzoeksvragen. Je voert vervolgens na goedkeuring van de leerkracht zelf je onderzoek uit en rapporteert je bevindingen onder de vorm van een verslag uitgeschreven of uitgetypt volgens de OVUR methode.

Je beschikt in totaal over twee lesuren.

Vorbereiden

Benodigheden

Lees de activiteit door en noteer hieronder het benodigde materiaal en stoffen:

materiaal	stoffen

Vorbereidende handelingen

- 1 Verbind een gasdruksensor met behulp van de Lab Cradle met de TI-Nspire.
- 2 Verbind de gasdruksensor via een plastic buisje met een rubberen stop.
- 3 In dit experiment meet je de druk gedurende 300 seconden met een snelheid van 1 meetwaarde/seconde. Welke verzamelingmodus ga je kiezen? Stel de juiste parameters in.

Uitvoeren

- 1 Doe 10 ml H_2O_2 -oplossing (30%) en 50 ml gedestilleerd water in een erlenmeyer van 250 ml.
- 2 Schud even voorzichtig met de erlenmeyer.
- 3 Bepaal de begintemperatuur van de oplossing door even een temperatuursensor met het rekentoestel te verbinden en daarna terug te verwijderen.
- 4 Doe 5 ml KI-oplossing (0,5 mol/l) in een maatcilinder van 10 ml.
- 5 Start de metingen.
- 6 Doe onmiddellijk de 5 ml KI-oplossing in de erlenmeyer en sluit de erlenmeyer stevig af met de stop die verbonden is met de gasdruksensor. Beweeg de erlenmeyer nu niet meer. Let op: De metingen stoppen automatisch na 300 seconden maar hou de druk in het oog. Doe voorzichtig de stop van de erlenmeyer indien de druk groter wordt dan 130 kPa anders kan de stop er afvliegen.
- 7 Als de metingen gestopt zijn, mag je de stop van de erlenmeyer verwijderen. Giet de inhoud van de erlenmeyer bij het afvalwater.
- 8 Bestudeer de bekomen grafiek:
 - a Identificeer het tijdstip waarop je de stop op de erlenmeyer hebt geplaatst.
 - b Selecteer de meetwaarden in het steilste stuk van de grafiek voor een interval van 50 seconden. Laat de best passende rechte tekenen en bepaal de beginsnelheid uit de richtingscoëfficiënt.

Reflecteren

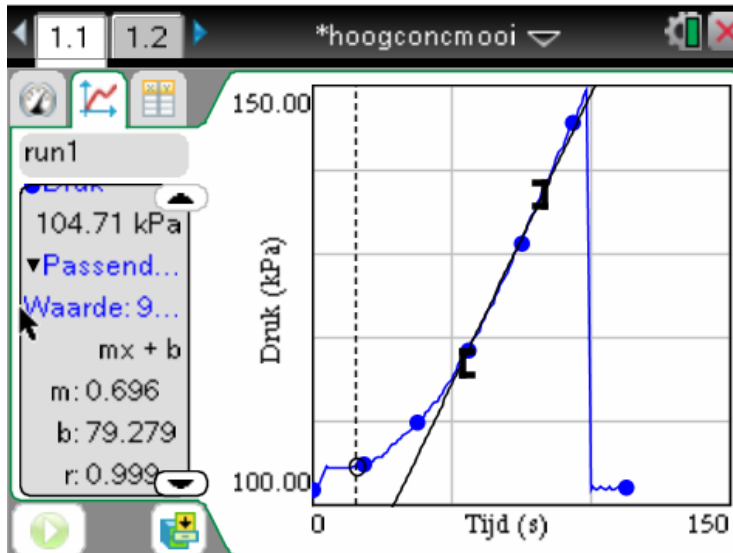
- 1 Wat is de beginsnelheid? (Vermeld ook de correcte eenheid!)
- 2 Bereken de concentratie (in %) van de H_2O_2 –oplossing na toevoegen van 50 ml water en 5 ml KI-oplossing.
- 3 Geef twee factoren die mogelijk de reactiesnelheid beïnvloeden van de reactie die je hebt uitgevoerd tijdens het experiment.
- 4 Formuleer meerdere onderzoeksvragen in verband met reactiesnelheid.

2.8.2 Tips en verbeter sleutel

Reflecteren

- 1 Wat is de beginsnelheid? (Vermeld ook de correcte eenheid!)

Tekenen van best passende rechte: menu-4: Analyseren-6: Curve fit-1: Lineair



Beginsnelheid = $r \cdot m = 0,693 \text{ kPa/s}$.

De terugval van de druk op de grafiek is te verklaren door het wegnemen/wegschieten van de stop.

- 2 Bereken de concentratie (in %) van de H_2O_2 -oplossing na toevoegen van 50 ml water en 5 ml KI-oplossing.

30 % H_2O_2 = 30 ml H_2O_2 op 100 ml oplossing

3 ml H_2O_2 op 10 ml oplossing

Na toevoegen van water en KI:

3 ml H_2O_2 op 10 ml + 50 ml + 5 ml = 65 ml oplossing

4,6 ml op 100 ml oplossing

Concentratie is dus 4,6 %

- 3 Geef twee factoren die mogelijk de reactiesnelheid beïnvloeden van de reactie die je hebt uitgevoerd tijdens het experiment.

temperatuur, concentratie, verdelingsgraad en katalysator

- 4 Formuleer meerdere onderzoeksvragen in verband met reactiesnelheid.

Hier zijn meerdere antwoorden mogelijk:

Hoe beïnvloedt de concentratie de reactiesnelheid?

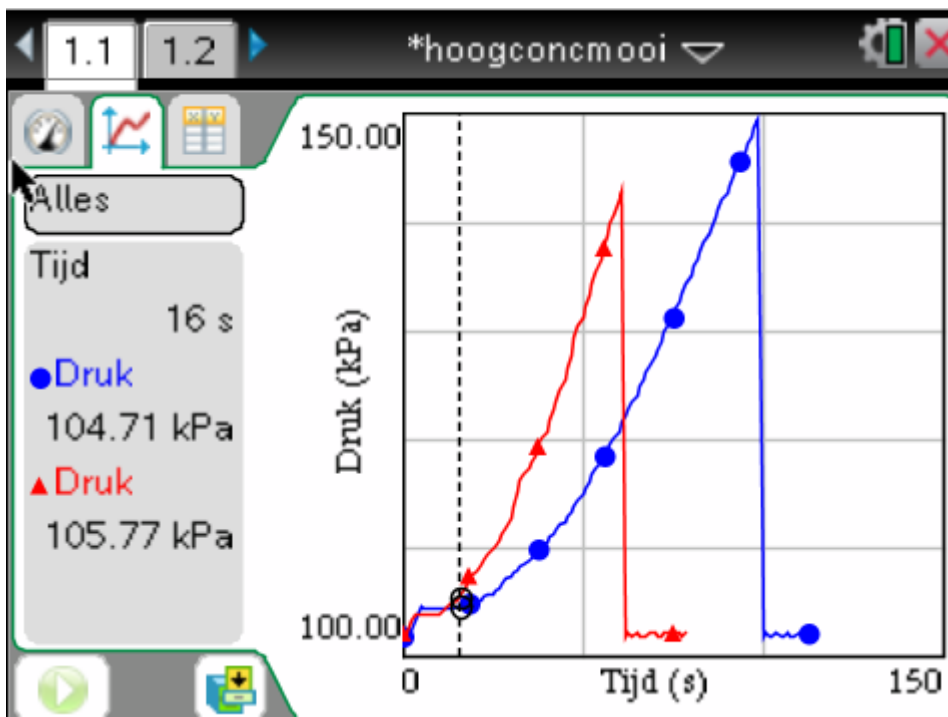
Hoe beïnvloedt de temperatuur de reactiesnelheid?

...

Onderzoek naar de invloed van de temperatuur:

Als de leerlingen eraan denken om de gegevensset (run) op te slaan, kan volgend onderstaand resultaat bekomen worden. Kwalitatief kunnen ze direct de invloed van de factor waarnemen. Zo niet moet telkens de riko bepaald worden.

De rode curve is bekomen door de concentratie aan waterstofperoxide te verhogen door minder water toe te voegen.



2.9 Studie van een buffermengsel a.d.h.v. pH metingen

2.9.1 Leerlingennota's

Oriënteren

Onderzoeksvraag

Hoe kunnen we experimenteel een buffermengsel identificeren a.d.h.v. digitale pH-metingen?

Vorbereiden

Bij talrijke biologische, fysiologische en industriële processen moet de pH binnen bepaalde grenzen constant blijven. Een hulpmiddel om de pH constant te houden, is een buffermengsel. Een **buffermengsel** zorgt ervoor dat de pH binnen zekere grenzen weinig verandert bij toevoeging van kleine hoeveelheden zuur of base.

We gaan in dit practicum van twee oplossingen na of ze buffermengsel zijn:

- A 150 ml 0,1 mol/l azijnzuuroplossing + afgestreken koffielepel Na-acetaat

- B 150 ml gedestilleerd water + afgestreken koffielepel NaCl

Materiaal: TI-Nspire CX

- pH-sensor
- Lab Cradle
- spruitfles
- 3 bekers (250 ml)
- spatel
- statief
- klem

Stoffen:

- azijnzuur oplossing (CH_3COOH) (0,1 mol/l)
- natriumacetaat (CH_3COONa)
- gedestilleerd water
- natriumchloride (NaCl)
- waterstofchloride oplossing (HCl) (1mol/l) (druppelflesje)
- natriumhydroxide oplossing (NaOH) (1mol/l) (druppelflesje)

Vorbereiding rekenmachine en sensors:

- 1 Bevestig de pH-sensor aan het statief met behulp van de klem.
- 2 Verbind de sensor met de Lab Cradle.
- 3 Draai met het plastic flesje waarin de pH-sensor steekt terwijl je de schroefdop vasthoudt.
- 4 Het flesje komt los van de pH-sensor. **Giet de inhoud van het flesje niet weg!!!!**
- 5 Spoel de pH-sensor met gedemineraliseerd water en droog hem **voorzichtig** af met papier.
- 6 Verbind de Lab Cradle met je rekenmachine.
- 7 Het programma Verniet DataQuest start automatisch op.
- 8 Kies **menu ---experiment – nieuw experiment**
- 9 Stel de verzamelingmodus in: **menu---- experiment---verzamelingsmodus---geselecteerde gebeurtenissen.**

Er verschijnt een nieuw venster. Je hoeft niets te veranderen. Klik OK.

Uitvoeren

We gaan in dit practicum van twee oplossingen na of ze buffermengsel zijn:


- A 150 ml 0,1 mol/l azijnzuuroplossing + afgestreken koffielepel Na-acetaat
- B 150 ml gedestilleerd water + afgestreken koffielepel NaCl

Testen van oplossing A

- 1 Bereid oplossing A in een bekeerglas en giet de helft van de oplossing over in een ander bekeerglas.
- 2 We onderzoeken nu de pH-verandering van het mengsel bij
 - a) toevoegen van kleine hoeveelheid zuur (HCl)
 - b) toevoegen van kleine hoeveelheid base (NaOH)

We beginnen met toevoegen van kleine hoeveelheid zuur (HCl).

3 Breng de pH sonde in oplossing A (één van de twee bekeerglazen).

4 Druk op  om de metingen te starten.

5 Klik op het symbool van het fototoestel  **om een meetpunt vast te leggen**. De sensor meet nu de pH van de oplossing.

Lees daarna de gemeten pH waarde af (links op het scherm).

Lees de pH waarde één cijfer na de komma af (niet afronden!).

Noteer de pH meting in de overzichtstabel (zie verder).

Tip: we hebben nog geen enkele druppel zuur toegevoegd.

6 Voeg nu 5 druppels HCl-oplossing aan de oplossing A toe.

7 **Meng** (= schudden) **voldoende!**

8 We gaan opnieuw de pH van de oplossing meten na het toevoegen van de eerste vijf druppels zuur:

Wacht tot de pH waarde gestabiliseerd is.

Klik op het symbool van het fototoestel  **om het volgende meetpunt vast te leggen**.

Noteer opnieuw de meting in de tabel (1 cijfer na de komma, niet afronden).

(nu bij 5 druppels HCl toegevoegd)

Herhaal bovenstaande methode na toevoegen van 10, 15 en 20 druppels.

9 Na het toevoegen van 20 druppels HCl en het meten van de pH, **haal je de pH-sensor uit de oplossing en spoel je die met gedestilleerd water. Droog voorzichtig de sensor af!**

Nu onderzoeken we de pH verandering bij toevoegen van kleine hoeveelheid base (NaOH) aan oplossing A.


1 Breng de pH sonde in oplossing A (in het **tweede** bekeerglas).

2 Meet m.b.v. de sensor de pH van de oplossing na toevoegen van

0, 5, 10, 15 en 20 druppels NaOH. Vergeet niet te roeren! Noteer alle metingen ook in de tabel.

3 Wanneer je klaar bent met de metingen, **spoel je opnieuw de pH-sensor af met gedestilleerd water**.

Testen van oplossing B

- 1 Bereid oplossing B in een bekeerglas en giet de helft van de oplossing over in een ander bekeerglas.
- 2 Onderzoek analoog aan bovenstaande procedure de pH veranderingen bij toevoegen van kleine hoeveelheden zuur (HCl) en base (NaOH). Vergeet niet tussen de metingen de pH-sensor af te spoelen met gedestilleerd water!
- 3 Druk op het symbool  om de metingen te stoppen.

Verwerking van de gegevens

Na alle metingen:

Schets hieronder de grafiek. Benoem de assen. Verbind met een vloeiende lijn alle meetpunten.

Duid op de grafiek aan de verschillende metingen aan:

- oplossing A (+ HCl)
- oplossing A (+ NaOH)
- oplossing B (+ HCl)
- oplossing B (+ NaOH)



Meetresultaten

	aantal druppels	0	5	10	15	20
oplossing A	pH met HCl					
	pH met NaOH					
oplossing B	pH met HCl					
	pH met NaOH					

Reflecteren

1 Welke van de beschouwde oplossingen is een buffermengsel? Verklaar!

2 Hoe is die buffer samengesteld?

Kies uit

A) Sterk zuur + geconjugeerd base van dit zuur

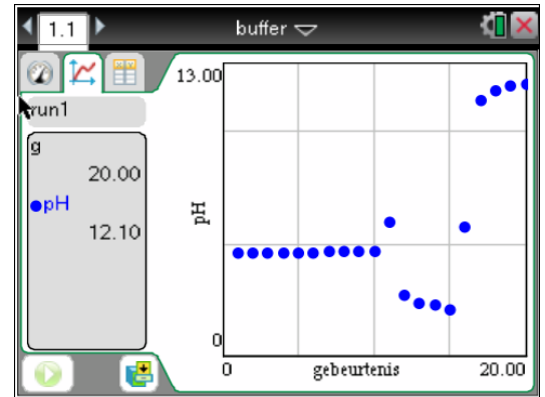
B) Zwak zuur + geconjugeerde base van dit zuur

Verklaar je keuze:

3 Bedenk een bijkomende onderzoeksvraag in verband met buffermengsels.

2.9.2 Tips en verbetersleutel

	aantal druppels	0	5	10	15	20
oplossing A	pH met HCl	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
	pH met NaOH	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7
oplossing B	pH met HCl	6,0	2,8	2,4	2,30	2,1
	pH met NaOH	5,8	11,4	11,8	12,0	12,1



Reflecteren

- 1 Welke van de beschouwde oplossingen is een buffermengsel? Verklaar!

Oplossing A. De pH van deze oplossing blijft nagenoeg constant na toevoegen van kleine hoeveelheden zuur en base.

- 2 Hoe is die buffer samengesteld?

Kies uit

- A) Sterk zuur + geconjugeerd base van dit zuur
B) Zwak zuur + geconjugeerde base van dit zuur

Verklaar je keuze:

Azijnzuur= zwak zuur en acetaat= geconjugeerde base van dit zuur.

- 3 Bedenk een bijkomende onderzoeksvraag in verband met buffermengsels.

Bv. Kun je onbeperkt zuur en base blijven toevoegen aan een buffermengsels zonder dat de pH wijzigt? Wat is de buffercapaciteit van de onderzochte oplossing?

De grafische rekenmachine TI-Nspire (CX) biedt niet alleen de wiskunde- maar ook de chemieleraar zeer veel mogelijkheden. In het eerste hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van beschikbaar online lesmateriaal. In het tweede hoofdstuk wordt aan de hand van concreet uitgewerkte experimenten de mogelijkheid besproken om sensoren te koppelen aan de TI-Nspire.

OLIVIER DOUVERE is leerkracht wetenschappen aan het Sint-Jozefhumaniora Brugge. Hij geeft chemie en fysica in de tweede en derde graad. Hij is tevens lid van de stuurgroep chemie voor de provincie West-Vlaanderen.

December 2011