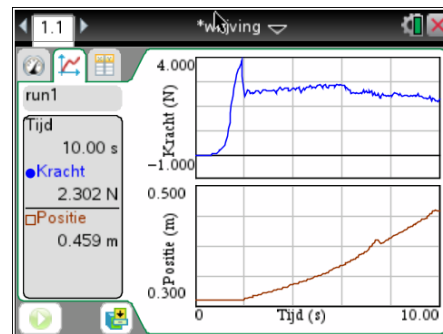
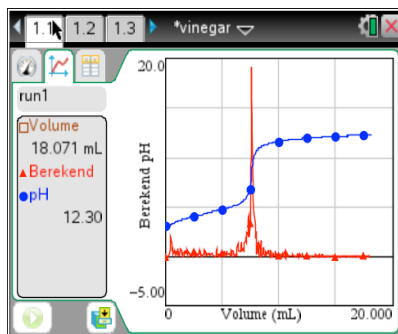
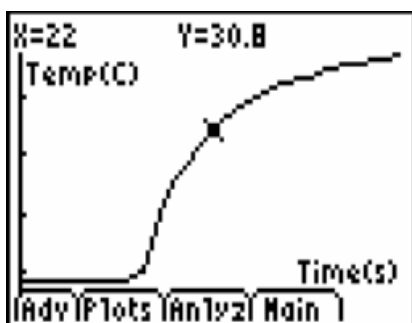




Wetenschappelijke experimenten voor de derde graad

Verzamelen van gegevens met sensoren en TI-Nspire CX of TI-84 Plus

Hans Bekaert
Olivier Douvere



Wetenschappelijke experimenten voor de derde graad

Verzamelen van gegevens met sensoren en
TI-Nspire CX of TI-84 Plus

Hans Bekaert
Olivier Douvere



T³ EUROPE

Voorwoord

De opmars van het gebruik van technologie in het onderwijs is niet te stoppen. Digitale schoolborden, tablets, smartphones, ... vinden hun weg naar de klas. Of die technologie leerwinst oplevert voor de leerlingen is voor pedagogen voer van discussie. Verschillende onderzoeken spreken mekaar tegen.

Toch moeten we niet bij alle vormen van technologie vraagtekens plaatsen. Het meten met sensoren verdient zeker een plaats in ons hedendaags wetenschappelijk onderwijs. Onder het motto "het onzichtbare zichtbaar maken..." kunnen we nu in een mum van tijd meetgegevens te voorschijn toveren waar we toen als wij op de schoolbanken zaten enkel van konden dromen.

Met die technologie willen we zoveel mogelijk collega's vertrouwd maken. Daarom werken we binnen T3-Vlaanderen (Teachers Teaching with Technology) met een groep leerkrachten aan cahiers en workshops om leerlingenproeven in te oefenen. Al de cahiers en het lesmateriaal dat in de workshops gebruikt wordt en heel wat ideeën kan geven voor de eigen lespraktijk, zijn gratis te downloaden via <http://www.t3vlaanderen.be/>.

In dit cahier hebben we 10 experimenten geselecteerd die in de lessen chemie en fysica van de derde graad als onderzoek door de leerlingen kunnen worden uitgevoerd. Bij elk experiment is er een leerlingenfiche en een uitgewerkt exemplaar voor de leerkracht. Elke uitwerking is voor TI-Nspire CX en TI-84 Plus volledig uitgeschreven. Op die manier willen we aangeven dat zowel voor wie kiest voor TI-Nspire CX als wie kiest voor de TI-84 Plus heel wat mogelijkheden zijn in de klas. Indien u start met deze nieuwe technologie raden we u aan om met TI-Nspire technologie te starten, gezien de gebruiksvriendelijkheid en ruimere toepassingsmogelijkheden van dit systeem.

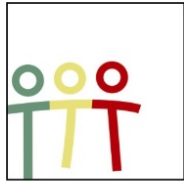
Het cahier start met een inleidend experiment om alle basisbegrippen eenvoudig aan te brengen. We raden u aan om met dit experiment te starten, alvorens de volgende experimenten uit te proberen.

Aarzel niet om ons te contacteren indien u vragen heeft bij de uitvoering van deze experimenten in uw klas.

Olivier Douvere
Hans Bekaert
Augustus 2013

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
Introductie tot tijdgebaseerde metingen	7
Exo- en endotherme reacties	15
Invloed van de verdelingsgraad op de reactiesnelheid	23
Bepalen van gehalte azijnzuur in huishoudazijn	29
Waarnemen van een neutralisatiereactie	37
De citroenbatterij	45
Hydrostatische druk	49
Botsende bal	55
Vallende magneet	63
Trillingen	69
Statische en dynamische wrijving	75



T³ VLAANDEREN

Experiment 1 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Introductie tot tijdgebaseerde metingen

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Op welke manier kun je een tijdgebaseerde meting uitvoeren met behulp van sensoren?

2 Voorbereiden

2.1 Benodigdheden

- temperatuursensor verbonden aan meettoestel

2.2 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarde/s
Duur	60 s

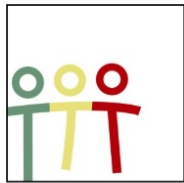
3 Uitvoeren

1. Leg de temperatuursensor op de tafel
2. Start de meting.
3. Na exact 10 seconden neem je de temperatuursensor in je handpalm.
Beweeg de temperatuursensor vanaf nu niet meer gedurende het vervolg van het experiment.
4. Het verzamelen van de gegevens stopt automatisch na 60 seconden.

4 Besluiten en reflecteren

Bepaal de tijd die nodig is om de maximale temperatuur te bereiken.

Maximale temperatuur (°C)	Tijdsduur (s)



T³ VLAANDEREN

Experiment 1 - Leerkrachtenversie

Introductie tot tijdgebaseerde metingen

1 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 experiment ontdekken de leerlingen één van de mogelijkheden van het meetsysteem: tijdgebaseerde metingen.

Er zal een temperatuursensor gebruikt worden om de temperatuur te volgen gedurende 60 seconden met een snelheid van één meetwaarde per twee seconden.

2 Voorbereiden


2.1 Benodigdheden

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL of Easy Link

2.2 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire technologie (Dataquest)

1 *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.

2 *Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of Lab Cradle) en verbind de interface met het TI-Nspirerekentoestel.*

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

3 *Begin steeds met een Nieuw experiment:*

Druk op  .

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

Standaard is de verzamelingsmodus: tijdgebaseerd

4 *Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd*

Druk op  .

Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**.

Kies **1: Tijdgebaseerd**.

Er verschijnt een nieuw menu waarin verschillende parameters kunnen aangepast worden:

Typ **0,5** bij snelheid. (in meetwaarden/seconden)

Typ **60** bij duur. (in seconden)

TI-84+ (EasyData)

1 *Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of CBL) en verbind de interface met het TI-84+ rekentoestel.*

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

2 *Begin steeds met een Nieuw bestand:*

Selecteer  en dan **1: New**

3 *Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd*

Selecteer  en dan **2: Time Graph...**

Selecteer 

Typ **2** bij time between samples in seconds en selecteer .






Typ **30** bij number of samples en selecteer .

(er zullen gedurende 60 seconden data verzameld worden)


3 Uitvoeren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Er zijn twee manieren om een meting te starten:


- Klik op het symbool . Je kunt hiervoor de touchpad gebruiken of op de  toets drukken tot het symbool  geselecteerd is. Druk dan .
- Druk op , 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 .

TI-84+ (EasyData)

Om de meting te starten: klik .

Er verschijnt real time een grafiek (temperatuur in functie van tijd) op het scherm van de rekenmachine.

4 Besluiten en reflecteren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Om de tijd te bepalen bij de maximale temperatuur kun je:

A) de gegevens op de grafiek bestuderen. (Grafiekweergave)

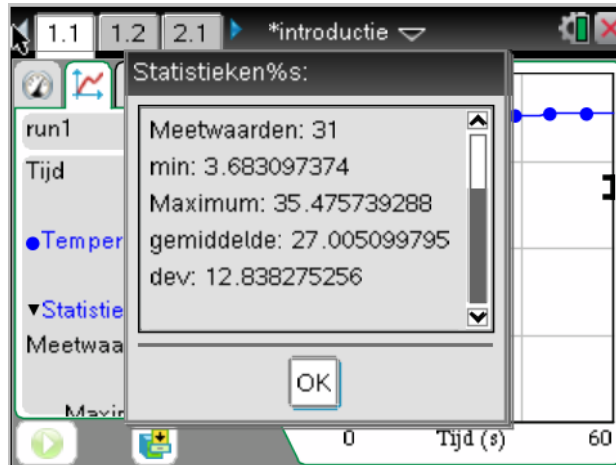
Bestudeer de gegevens op de grafiek om de maximale temperatuur te vinden. Gebruik de touchpad of pijltoetsen om de cursor te bewegen naar een gewenst punt op de grafiek. Druk op  om een punt te selecteren. Gebruik de pijltoetsen om andere punten op de grafiek te bestuderen.

Bepaal de maximale 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.



B) een statistische analyse uitvoeren.

Druk op  en selecteer **4:Analyseren** en vervolgens **5 :Statistieken**.

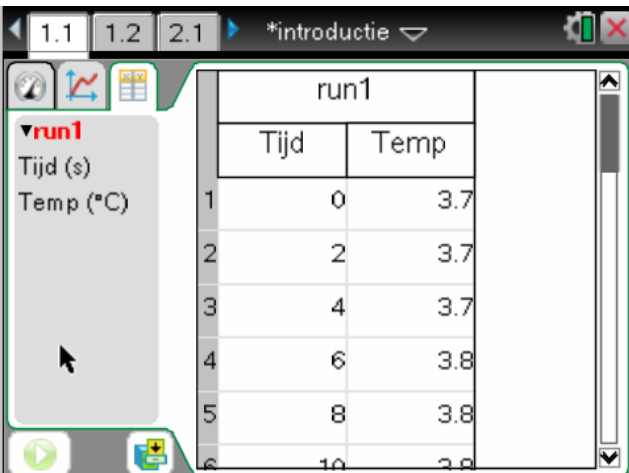


C) de gegevens in de tabel bestuderen (tabelweergave).

Ga naar tabelweergave om de gegevenstabel te raadplegen:

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

Je kan door de gegevens scrollen in de gegevenstabel door gebruik te maken van het touchpad en de pijltoetsen.



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	3.8

TI-84+ (EasyData)

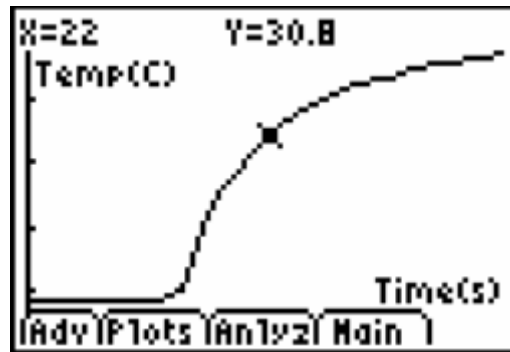
Om de tijd te bepalen bij de maximale temperatuur kun je:

A) de gegevens op de grafiek bestuderen. (Grafiekweergave)

Klik op de pijltjestoetsen om de cursor over de grafiek te verplaatsen.

Bepaal de maximale temperatuur (afroonden op 0,1°C) en bijhorende tijd.

De coördinaten van het punt dat je bestudeert, kan je bovenaan het scherm terugvinden.



B) een statistische analyse uitvoeren.

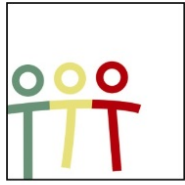
Selecteer **Anlyz** en dan **1: Statistics**

C) de gegevens in de tabel bestuderen (tabelweergave).

Hiervoor moet je de applicatie EasyData verlaten en naar de Lijsten gaan door op de List toets in te drukken.

De tijd wordt opgeslaan in lijst L2, de temperatuur in lijst L3.

Je kan door de gegevens scrollen in de gegevenstabel door gebruik te maken van het touchpad en de pijltoetsen.



T³ VLAANDEREN

Experiment 2 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Exo- en endotherme reacties

Leerkraft:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Op welke manier kun je het verschil tussen een exotherme en endotherme reactie waarnemen met behulp van een temperatuursensor?

2 Voorbereiden

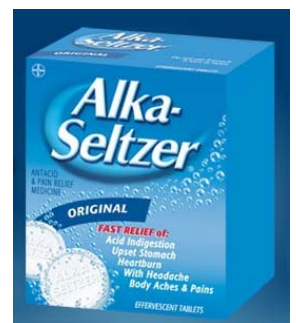
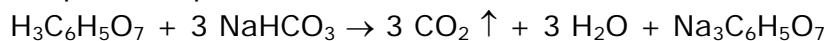
2.1 Achtergrondinformatie

Chemische reacties waarbij energie vrijkomt,
zijn *endo-energetische/ exo-energetische* reacties.

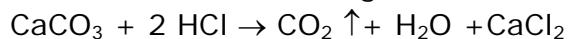
Chemische reacties waarbij energie opgenomen wordt,
zijn *endo-energetische/ exo-energetische* reacties.

We bestuderen de temperatuursveranderingen bij twee reacties:

- Een Alka Seltzer tablet bevat onder andere aspirine, citroenzuur en bakpoeder. Wanneer een Alka Seltzer tablet oplost in water treedt een reactie op tussen citroenzuur en bakpoeder op:



- Wanneer calciumcarbonaat uit schoolkrijt reageert met zoutzuur treedt volgende reactie op:



2.2 Materiaal

- maatbeker van 250 ml
- maatcilinder van 100 ml
- temperatuursensor verbonden aan meettoestel

2.3 Stoffen

- ½ Alka Seltzer tablet
- gedestilleerd water
- waterstofchloride-oplossing ($0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)
- wit krijtje

2.4 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarde/s
Duur	60 s

3 Uitvoeren

1. Doe 50 ml gedestilleerd water in de maatbeker. Breng de temperatuursensor in het water.
2. Wacht tot de temperatuur niet meer verandert. Start dan de meting.
3. Laat na vijf seconden voorzichtig een halve Alka-Seltzer tablet in het water vallen. Beweeg de temperatuursensor nu niet meer.
4. Wacht tot de metingen gestopt zijn. Bepaal het temperatuurverschil tussen de maximale en minimale waarde van de temperatuur van de meting. Bepaal of de reactie exo- of endo-energetisch is. Noteer dit bij de rubriek reflecteren.
5. Sla de gegevensset (run) op.
6. Herhaal de meting voor 50 ml HCl-oplossing + half krijtje.

4 Besluiten en reflecteren

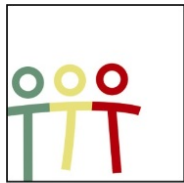
1 Bepaal het temperatuurverschil tussen de maximale en minimale waarde van de temperatuur tijdens de meting.

<i>Reactie 1 Alka Seltzer in water</i>	<i>Reactie 2 Krijt in zoutzuur</i>

2 Bepaal of de reactie exo- of endo-energetisch is.

<i>Reactie 1 Alka Seltzer in water</i>	<i>Reactie 2 Krijt in zoutzuur</i>

Verder onderzoek: Je wenst een groter temperatuurverschil te bekomen bij de reactie tussen citroenzuur en bakpoeder. Formuleer een onderzoeksvraag en voorstel tot onderzoek.



T³ VLAANDEREN

Experiment 2 - Leerkrachtenversie

Exo- en endotherme reacties

1 Oriënteren

Leerstof chemie tweede graad: Leerlingen leren met dit experiment chemische reacties, waarbij energie wordt verbruikt of vrijkomt, identificeren als endo- of exo-energetisch aan de hand van experimentele waarnemingen.

2 Voorbereiden


2.2 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL of Easy Link

2.4 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire technologie (Dataquest)

1 *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.

2 *Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of Lab Cradle) en verbind de interface met het TI-Nspire rekentoestel.*

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

3 *Begin steeds met een Nieuw experiment:*

Druk op  .

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

Standaard is de verzamelingsmodus: tijdgebaseerd

4 Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd

Druk op  .

Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**.

Kies **1: Tijdgebaseerd**.

Er verschijnt een nieuw menu waarin verschillende parameters kunnen aangepast worden:

Typ **0,5** bij snelheid. (in meetwaarden/seconden)

Typ **60** bij duur. (in seconden)

TI-84+ (EasyData)

1 Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of CBL) en verbind de interface met het TI-84+ rekentoestel.

De Vernier EasyData applicatie start automatisch op wanneer je de interface met het rekentoestel hebt verbonden.

2 Begin steeds met een Nieuw bestand:

Selecteer **File** en dan **1: New**

3 Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd

Selecteer **Setup** en dan **2: Time Graph...**

Selecteer **Edit**

Typ **2** bij time between samples in seconds en selecteer **Next**

Typ **30** bij number of samples en selecteer **Next**.

(er zullen gedurende 60 seconden data verzameld worden)

3 Uitvoeren

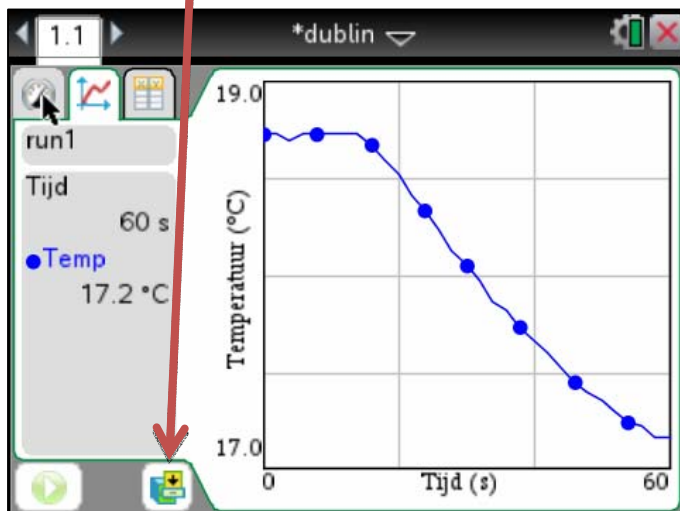
Indien je over voldoende sensoren beschikt kun je ook beide metingen gelijktijdig uitvoeren door gebruik te maken van twee temperatuursensoren.

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbol .
- Druk op **menu**, selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling** starten.

Om na de eerste meting de gegevensset (run) op te slaan klik je op het symbool van het ladekastje.



TI-84+ (EasyData)

Om de meting te starten: klik **Start**

Om na de eerste meting de gegevensset (run) op te slaan volg je volgende procedure:

- a) Kies **File** van het hoofdmenu
- b) Kies **5: Store Run**
- c) Kies **OK** om op te slaan

4 Besluiten en reflecteren

Het temperatuurverschil tussen maximum en minimum waarde.

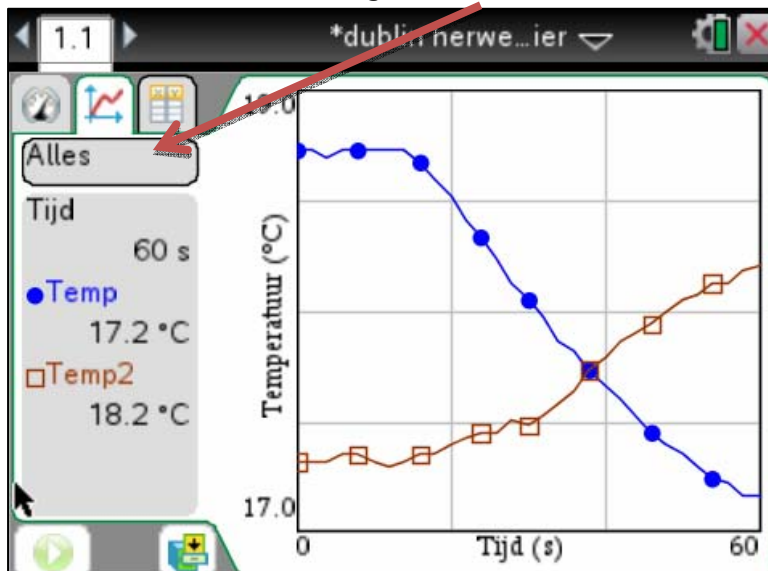
<i>Reactie 1 Alka Seltzer in water</i>	<i>Reactie 2 Krijt in zoutzuur</i>
1,6 °C	1,0 °C


exo- of endo-energetisch?


<i>Reactie 1 Alka Seltzer in water</i>	<i>Reactie 2 Krijt in zoutzuur</i>
Endotherm	exotherm

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Zorg dat de grafieken van beide gegevenssets (runs) zichtbaar zijn op het scherm. Klik daarvoor op het scherm naast de grafiek op het kader waar staat "run 2", selecteer vervolgens "Alles".



De curven van de twee 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**.

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.

De coördinaten van het punt dat je bestudeert, kan je links van de grafiek op het scherm terugvinden.

Je kan ook een statistische analyse uitvoeren om de minimale en maximale waarde van de meting te bepalen.

Druk op  en selecteer 4:Analyseren en vervolgens 5 :Statistieken.

TI-84+ (EasyData)

De curven van de twee experimenten op één grafiek krijgen:

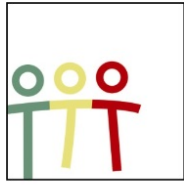
- a) kies **Graph** vanuit het Easy Data hoofdmenu
- b) Kies **Adv** en selecteer **6: L2, L3 VS L1**
- c) De curven van de twee experimenten zouden moeten verschijnen op dezelfde grafiek

Klik op de pijltjestoetsen om de cursor over de grafiek te verplaatsen.

De coördinaten van het punt dat je bestudeert, kan je bovenaan het scherm terugvinden.

Je kan eventueel een statistische analyse uitvoeren om de minimum en maximum temperatuur te bepalen.

Selecteer **Anlyz** en dan **1: Statistics**



T³ VLAANDEREN

Experiment 3 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Invloed van de verdelingsgraad op de reactiesnelheid

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Welke invloed heeft de verdelingsgraad op de reactiesnelheid tussen citroenzuur en bakpoeder bij het oplossen van een Alka Seltzer tablet?

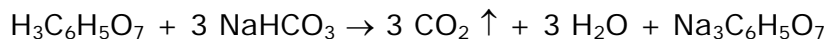
2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Chemische reacties waarbij energie vrijkomt,
zijn *endo-energetische/ exo-energetische* reacties.

Chemische reacties waarbij energie opgenomen wordt,
zijn *endo-energetische/ exo-energetische* reacties.

Een Alka Seltzer tablet bevat onder andere aspirine, citroenzuur en bakpoeder. Wanneer een Alka Seltzer tablet oplost in water treedt een reactie op tussen citroenzuur en bakpoeder op:



2.2 Materiaal

- maatbeker van 250 ml
- maatcilinder van 100 ml
- temperatuursensor verbonden aan meettoestel

2.3 Stoffen

- Alka Seltzer tablet
- gedestilleerd water

2.4 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarde/s
Duur	60 s

3 Uitvoeren

1. Doe 50 ml gedestilleerd water in de maatbeker. Breng de temperatuursensor in het water.
2. Wacht tot de temperatuur niet meer verandert. Start dan de meting.
3. Laat na vijf seconden voorzichtig de volledige Alka-Seltzer tablet in het water vallen. Beweeg de temperatuursensor nu niet meer.
4. Wacht tot de metingen gestopt zijn.

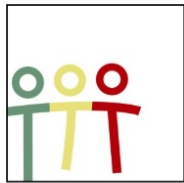
4 Besluiten en reflecteren

1. Bepaal of de reactie exo- of endo-energetisch is.
2. Laat in het lineaire gebied de best passende rechte tekenen en de richtingscoëfficiënt bepalen. Vermeld ook de eenheid van de rico.

rico =

3. Wat is de chemische betekenis van de richtingscoëfficiënt?

Verder onderzoek: Je wenst te onderzoeken op welke manier de verdelingsgraad de reactiesnelheid (tussen citroenzuur en bakpoeder) beïnvloedt. Formuleer een onderzoeksvraag en voorstel tot onderzoek.



T³ VLAANDEREN

Experiment 3 - Leerkrachtenversie

Invloed van de verdelingsgraad op de reactiesnelheid

1 Oriënteren

Leerstof chemie derde graad: factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Dit experiment kan uitgevoerd worden met elke bruistablet dat citroenzuur en bakpoeder bevat. (BV. Ook met Dafalgan, Sedergine,...)

2.2 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL of Easy Link
- temperatuursensor

2.4 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire technologie (Dataquest)

1 *Begin met een nieuw document:*  en **1 Nieuw**.

2 *Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of Lab Cradle) en verbind de interface met het TI-Nspirerekentoestel.*

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

3 *Begin steeds met een Nieuw experiment:*  . Selecteer **1: Experiment** en dan **1: Nieuw experiment**.

4 Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd

Druk op  .

Selecteer **1: Experiment** en dan **7: Verzamelingmodus**.

Kies **1: Tijdgebaseerd**.

Er verschijnt een nieuw menu waarin verschillende parameters kunnen aangepast worden:

Typ **0,5** bij snelheid. (in meetwaarden/seconden)

Typ **60** bij duur. (in seconden)

TI-84+ (EasyData)

1 Verbind de temperatuursensor met de interface (Easy Link of CBL) en verbind de interface met het TI-84+ rekentoestel.

2 Begin steeds met een Nieuw bestand: **File** en dan **1: New**

3 Instellen van de verzamelingmodus: tijdgebaseerd

Selecteer **Setup** en dan **2:Time Graph...**

Selecteer **Edit**

Typ **2** bij time between samples in seconds en selecteer **Next**

Typ **30** bij number of samples en selecteer **Next**.

(er zullen gedurende 60 seconden data verzameld worden)

3 Uitvoeren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbool .
- Druk op , selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling** starten.

Om na de eerste meting de gegevensset (run) op te slaan klik je op het symbool van het ladekastje.

TI-84+ (EasyData)

Om de meting te starten: klik **Start**

Om na de eerste meting de gegevensset (run) op te slaan volg je volgende procedure:

- Kies **File** van het hoofdmenu
- Kies **5: Store Run**
- Kies **OK** om op te slaan

4 Besluiten en reflecteren

- Bepaal of de reactie exo- of endo-energetisch is.
De reactie is endo-energetisch. De temperatuur daalt in functie van de tijd.
- Laat in het lineaire gebied de best passende rechte tekenen en de richtingscoëfficiënt bepalen. Vermeld ook de eenheid van de rico.

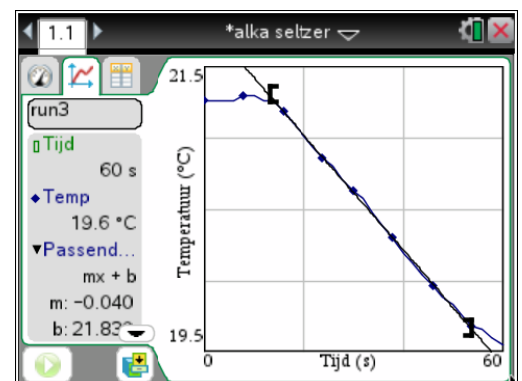
$$\text{rico} = -0,040 \text{ } ^\circ\text{C/s}$$

- Wat is de chemische betekenis van de richtingscoëfficiënt?
Het is de verandering van de temperatuur in een bepaald tijdsinterval. Met andere woorden: de rico is een maat voor de reactiesnelheid.

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Bepaal de richtingscoëfficiënt van de curve:

- Druk op **menu**. Selecteer **4: Analyseren** en dan **6: curve fit**. Kies **1: Lineair**
- De gegevens van de analyse verschijnen op het scherm.
Theoretisch verwachten we de vorm $y=mx + b$ (rechte). Druk op OK. De beste passende rechte



verschijnt op het scherm, links kun je de gegevens van de analyse raadplegen.

TI-84+ (EasyData)

Bepaal de richtingscoëfficiënt van de curve.

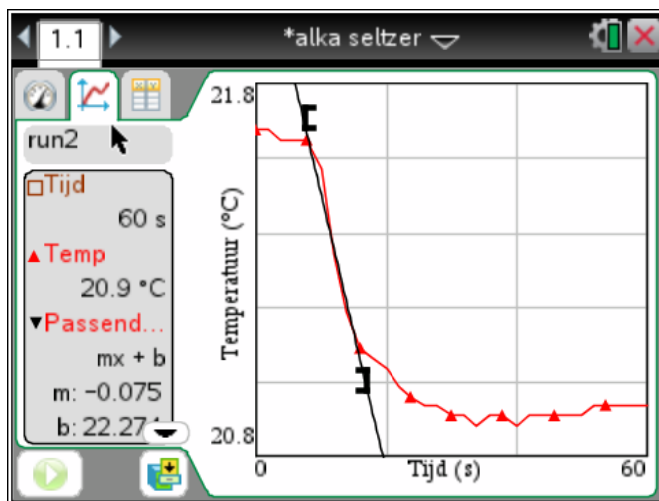
- Druk op **Any1z**
- Kies **2: Lineair Fit**
- Noteer de rico (=a).

Kies **Main** om terug te keren naar het Easy Data hoofdscherm

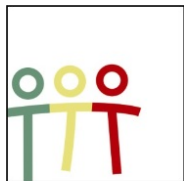
Verder onderzoek: Je wenst te onderzoeken op welke manier de verdelingsgraad de reactiesnelheid (tussen citroenzuur en bakpoeder) beïnvloedt. Formuleer een onderzoeksvraag en voorstel tot onderzoek.

Op welke manier beïnvloedt de verdelingsgraad de reactiesnelheid?

In plaats van een volledige tablet op te lossen, malen we de tablet eerst fijn. We doen de meting opnieuw en merken dat de reactie nu sneller verloopt.



rico = - 0,075 °C/s bij de fijngemalen tablet.



T³ VLAANDEREN

Experiment 4 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Bepalen van gehalte azijnzuur in huishoudazijn

Leerkraft:

1 Oriënteren

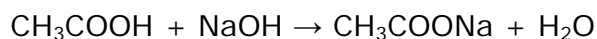
Onderzoeksvraag - hypothese

Hoe kunnen we experimenteel het azijnzuurgehalte bepalen in huishoudazijn?
Bepalen van gehalte azijnzuur in huishoudazijn

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Het gehalte aan azijnzuur in huishoudazijn kan volumetrisch bepaald worden via een zuur – base titratie met natriumhydroxide volgens de neutralisatiereactie:



2.2 Materiaal

- buret
- druppelteller en pH-sensor verbonden met meettoestel
- maatbeker 250 ml
- pipet 10 ml
- roerstaaf
- statief met klem
- trechter

2.3 Stoffen

- fenolftaleïne: indicator

- gedestilleerd water
- huishoudazijn (10 X verdund)
- natriumhydroxide-oplossing (0,10 mol/l)

3 Uitvoeren

1. Pipet van 10 ml 3x spoelen met water, 3x met gedestilleerd water en vervolgens 2x met **verdund** huishoudazijn.
2. Bekerglas van 250 ml 3x spoelen met water, vervolgens 3x met gedestilleerd water
3. Sluit de pH-sensor aan op de eerste analoge poort van de interface.
4. Sluit de druppelteller aan op de eerste digitale poort van de interface.
5. Bevestig de druppelteller aan een statief.
6. Bevestig de twee kraantjes en het uiteinde aan de plasticen buret.
7. Spoel het buret een paar keer met NaOH-oplossing 0,1 mol/l
8. Vul het buret met NaOH-oplossing. Zet beide kraantjes even open zodanig dat er ook NaOH oplossing in de tip van de buret aanwezig is. Sluit beide kraantjes (horizontale positie)
9. Open de onderste kraan van het buret (verticale stand). Houd de bovenste kraan gesloten (horizontale stand).
10. Open langzaam de bovenste kraan van het reagens reservoir, zodat druppels vrijkomen in een traag tempo (~ 1 druppel per twee seconden).
11. Sluit de onderste kraan en verander NIET meer de stand van de bovenste kraan tijdens de proef!
12. Plaats de pH-sensor in de grote ronde opening van de druppelteller.
13. Voeg 100 ml gedestilleerd water in een 250 ml bekerglas.
14. Doe 10 ml van de verdunde huishoudazijn met behulp van een pipet in de 100 ml bekerglas met gedestilleerd water.
15. Meng goed met een roerstaaf.
16. Til de pH-sensor op en schuif de beker met de azijnoplossing onder de druppelteller.
17. Start de meting. Er worden geen gegevens verzameld tot de eerste druppel door de sleuf van de druppelteller valt.

Tijdens het experiment moet je voortdurend de oplossing roeren of schudden.

18. Open de onderste kraan van het buret.

19. Stop de meting enkele ml nadat de pH sprong duidelijk is opgetreden.

Bepaal grafisch V_{NaOH} toegevoegd tot aan het EP.

$V_{\text{NaOH}} = \dots\dots\dots$ ml

4 Besluiten en reflecteren

Bereken de molaire concentratie van het huishoudazijn (let op de verdunningsfactor!!!)

Bij het EP geldt: aantal mol azijnzuur = aantal mol NaOH toegevoegd

$$\text{of } a_{\text{azijnzuur}} V_{\text{azijnzuur}} C_{\text{azijnzuur}} = a_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} C_{\text{NaOH}}$$

met $V_{\text{azijnzuur}} =$ volume azijnzuur onderworpen aan de titratie = $\dots\dots\dots$ ml

$C_{\text{azijnzuur}} =$ molaire concentratie van azijnzuur (verdund) = te berekenen

$V_{\text{NaOH}} =$ (gemiddelde van methode 1 en 2) volume NaOH – oplossing toegevoegd tot het EP = $\dots\dots\dots$ ml

$C_{\text{NaOH}} =$ molaire concentratie van de NaOH – oplossing = 0,10 mol/l

Bepaal $a_{\text{azijnzuur}}$ en a_{NaOH} .

- Bereken de molaire concentratie van de verdunde oplossing aan de hand van bovenstaande formule.

- Bereken de molaire concentratie van de oorspronkelijke oplossing (=fles azijn)
TIP: welke verdunningsfactor moeten we toepassen? Bv. indien de oorspronkelijke oplossing Y maal verdund werd, bekom je de molaire

concentratie van de oorspronkelijke oplossing door de molaire concentratie van de verdunde oplossing te vermenigvuldigen met een factor Y.

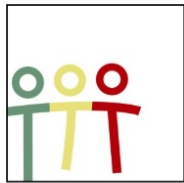
Bepaal vervolgens de massa azijnzuur per liter oplossing.

- Massa azijnzuur per liter oplossing? (in gram per liter)
(= $c \cdot M$) (M =molaire massa azijnzuur in g/mol)

Bereken tenslotte het massaprocent azijnzuur in de oorspronkelijke fles (dichtheid : 1006 g/l)

- Massaprocent azijnzuur in oorspronkelijke fles?

$$\text{massaprocent} = \frac{\text{massa azijnzuur per liter oplossing}}{\text{dichtheid oplossing}} \times 100$$



T³ VLAANDEREN

Experiment 4 - Leerkrachtenversie

Bepalen van gehalte azijnzuur in huishoudazijn

1 Oriënteren

Leerstof chemie derde graad: zuur-basetitraties

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Het gehalte van azijnzuur in huishoudazijn wordt uitgedrukt in graden (massa-volumepercent) Azijn van 8 graden betekent dus 8 g azijnzuur per 100ml azijn wat overeenkomt met ongeveer 1,3 mol azijnzuur per liter azijn. Vermits men titreert met een NaOH- oplossing van ongeveer 0,1 M (mol/l) zal men de azijn eerst 10 maal verdunnen.

2.2 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL
- pH-sensor
- druppelteller (DIGITALE sensor)


3 Uitvoeren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbool .

- Druk op , selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling** starten.

Om de meting te stoppen klik op het symbool 

TI-84+ (EasyData)

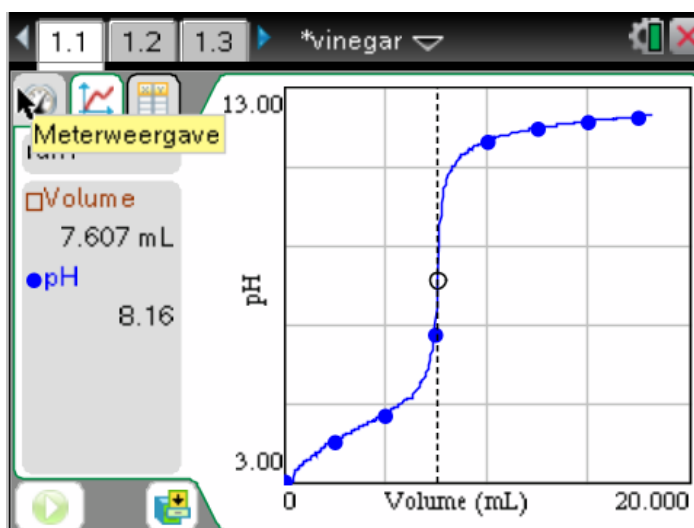
Kies voor de **Titration mode**.

In deze modus kunnen de instellingen niet gewijzigd worden. .

Om de meting te starten: klik **Start**

Om de meting te stoppen: klik **Stop**

4 Besluiten en reflecteren



$$a_{\text{azijnzuur}} = 1$$

$$V_{\text{azijnzuur}} = 10 \text{ ml}$$

$$c_{\text{azijnzuur}} = \text{onbekend (verdund)}$$

$$a_{\text{NaOH}} = 1$$

$$V_{\text{NaOH}} = \text{volume NaOH – oplossing tot aan EP} = 7,60 \text{ ml}$$

$$c_{\text{NaOH}} = 0,10 \text{ mol/l}$$

$$\text{We berekenen } c_{\text{azijnzuur}} = 0,076 \text{ mol/l}$$

$$c_{\text{azijnzuur (niet verdund)}} = 0,76 \text{ mol/l}$$

$$\text{massa azijnzuur per liter oplossing} = 0,76 \text{ mol/l} \cdot 60 \text{ g/mol} = 45,6 \text{ g/l}$$

massaprocent azijnzuur = $\frac{\text{---}}{\text{---}}$

TI-Nspire technologie (DataQuest)

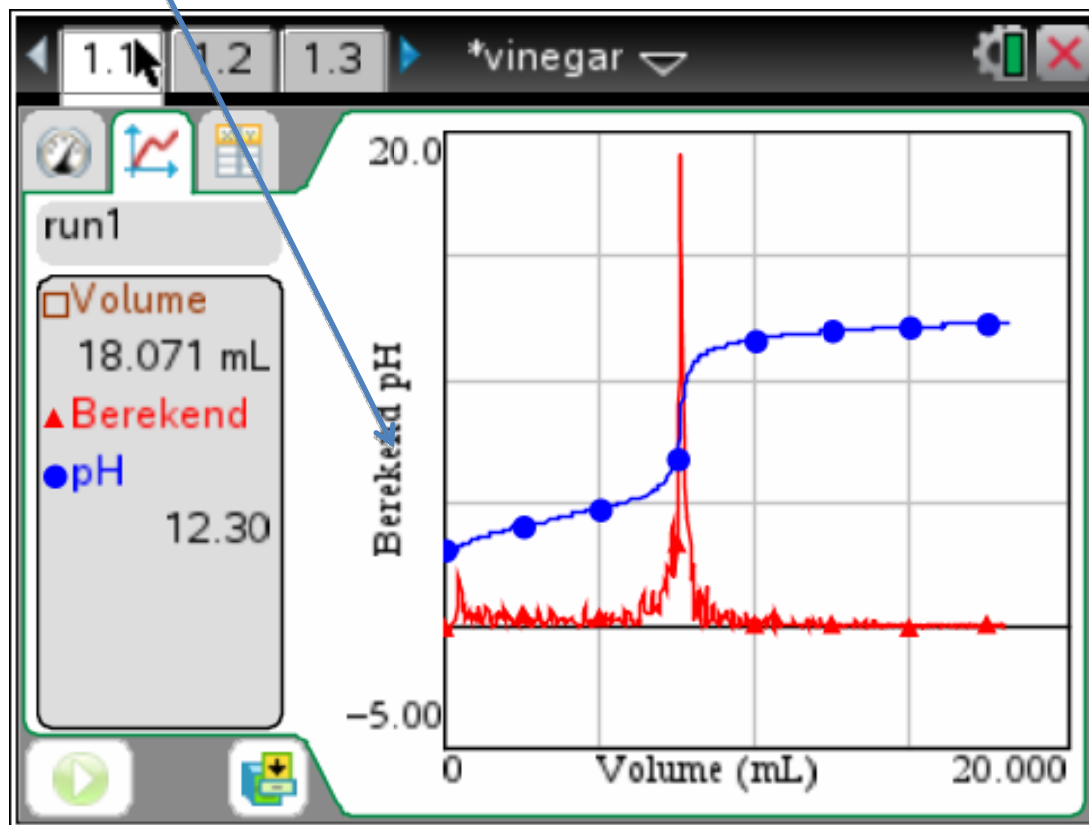
Om de eerste afgeleide te laten berekenen voeg je een berekende kolom toe in "Tabelweergave".

Ga naar "Tabelweergave". 

Klik op menu—Gegevens—Nieuwe berekende kolom.

Vul in bij uitdrukking: **derivative (pH, Volume, 1, 1)**

In grafiekweergave kun je de eerste afgeleide laten verschijnen door op de Y-as te klikken en de ctrl-toets op het zelfde ogenblik in te drukken. Kies meer en selecteer de kolommen *pH* en *berekend* om weer te geven.



Voor het kalibreren van de pH sensor: zie cahier 31 op <http://www.t3vlaanderen.Be>

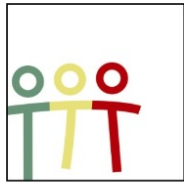
Het is niet nodig de druppelteller te kalibreren indien gebruik gemaakt wordt van de bijgeleverde plasticen buret. Indien je een ander buret gebruikt moet je de druppelteller wel kalibreren:

1. Sluit de druppelteller aan op de eerste digitale poort van de Lab Cradle Interface.
2. Bevestig de druppelteller aan een statief.
3. Bevestig de twee kraantjes en het uiteinde aan de plastic buret.
4. Spoel het buret een paar keer met NaOH-oplossing 0,1 mol/l
5. Vul het buret met NaOH-oplossing. Zet beide kraantjes even open zodanig dat er ook NaOH oplossing in de tip van de buret aanwezig is. Sluit beide kraantjes (horizontale positie)
6. Bereid het rekentoestel voor op de kalibratie: druk op menu---experiment--sensoren instellen----ijken---automatisch
7. Plaats een maatcilinder van 10 ml direct onder de sleuf op de Drop Counter,
8. Open de onderste kraan van het buret (verticale stand). Houd de bovenste kraan gesloten (horizontale stand).
9. Klik op de knop Start.
10. Open langzaam de bovenste kraan van het reagens reservoir, zodat druppels vrijkomen in een traag tempo (~ 1 druppel per twee seconden). Je moet nu zien dat de druppels worden geteld op het scherm van het rekentoestel.
11. Sluit de onderste kraan wanneer het volume van NaOH-oplossing in de maatcilinder tussen 9 en 10 ml ligt.
12. Voer het precieze volume van de NaOH - oplossing (lees naar de dichtstbijzijnde 0,1 ml) in het invoervak.
13. Het aantal druppels / ml verschijnt op het scherm voor mogelijk toekomstig gebruik.

TI-84+ (EasyData)

Wanneer de meting gestopt wordt in de titration mode, worden de eerste en tweede afgeleide berekend.

Je kan de pH sensor en druppelteller indien nodig kalibreren. In het **Setup** menu kies je de sensor die je wenst te kalibreren. Kies **Calib** en dan **Edit** en de gewenste kalibratie.



T³ VLAANDEREN

Experiment 5 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Waarnemen van een neutralisatiereactie

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Hoe kunnen we experimenteel een neutralisatiereactie waarnemen?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

We onderzoeken de neutralisatiereactie tussen NaOH en HCl.

Stoffenreactievergelijking:

Essentiële reactievergelijking:

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

2.2 Materiaal

proef 1	proef 2	proef 3
buret	buret	buret
maatbeker 400 ml	maatbeker 400 ml	maatbeker 100 ml
roerstaaf	roerstaaf	roerstaaf
pipet 10 ml	pipet 10 ml	pipet 20 ml
trechter	trechter	trechter
statief met klemmen	statief met klemmen	statief met klemmen
maatcilinder 100 ml	maatcilinder 200 ml	
pH-sensor verbonden met meettoestel	geleidbaarheidsensor verbonden met meettoestel	temperatuursensor verbonden met meettoestel

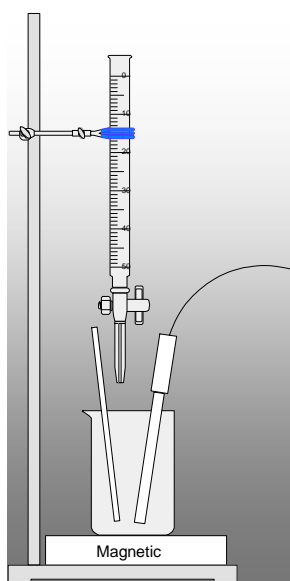
2.3 Stoffen

proef 1	proef 2	proef 3
gedestilleerd water	gedestilleerd water	gedestilleerd water
fenoltaleïne	fenolftaleïne	Fenolftaleïne
NaOH –oplossing (0,1 mol/l)	NaOH –oplossing (0,1 mol/l)	NaOH –oplossing (1,0 mol/l)
HCl-oplossing (0,1 mol/l)	HCl-oplossing (0,1 mol/l)	HCl-oplossing (1,0 mol/l)

2.4 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	gebeurtenissen met invoer
naam gebeurtenis	Volume NaOH
eenheid	ml

opstelling:



3 Uitvoeren

Proef 1

1. Breng (m.b.v. een pipet) zo nauwkeurig mogelijk 10 ml HCl-oplossing (0,1 mol/l) in een bekeerglas van 400 ml.
2. Breng vervolgens 150 ml gedestilleerd water bij de HCl-oplossing in het bekeerglas.
3. Breng 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. Bevestig de pH-sensor m.b.v. de klem aan het statief.
7. Breng de pH-sensor in de HCl-oplossing. Zorg ervoor dat de uiteinde van de sensor voldoende in de oplossing zitten.
8. Schud even voorzichtig met het bekeerglas zodat de oplossing goed gemengd is.
9. Start de meting en registreer de pH waarde na toevoeging van 0 ml, 1ml, 2 ml, 3 ml,... en 16 ml.

Proef 2

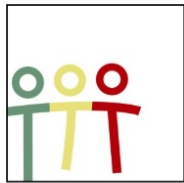
1. Breng (m.b.v. een pipet) zo nauwkeurig mogelijk 10 ml HCl-oplossing (0,1 mol/l) in een bekeerglas van 400 ml.
2. Breng vervolgens 150 ml gedestilleerd water bij de HCl-oplossing in het bekeerglas.
3. Breng vervolgens ook twee druppels fenolftaleïne in het bekeerglas.
4. Vul het buret tot aan de 0 ml ijkstreep met NaOH – oplossing 0,1 mol/l.
5. Bevestig het buret m.b.v. de buretklem aan het statief.
6. Bevestig de geleidbaarheidssensor m.b.v. de klem aan het statief.
7. Breng de geleidbaarheidssensor in de HCl-oplossing. Zorg ervoor dat de uiteinde van de sensor voldoende in de oplossing zitten.
8. Schud even voorzichtig met het bekeerglas zodat de oplossing goed gemengd is.
9. Start de meting en registreer de geleidbaarheid na toevoeging van 0 ml, 1ml, 2 ml, 3 ml,... en 16 ml.

Proef 3

1. Breng (m.b.v. een pipet) zo nauwkeurig mogelijk 20 ml HCl-oplossing (1,0 mol/l) in een bekeerglas van 100 ml.
2. Breng vervolgens ook twee druppels fenolftaleïne in het bekeerglas.
3. Vul het buret tot aan de 0 ml ijkstreep met NaOH – oplossing 1,0 mol/l.
4. Bevestig het buret m.b.v. de buretklem aan het statief.
5. Bevestig de temperatuursensor m.b.v. de klem aan het statief.
6. Breng de temperatuursensor in de HCl-oplossing. Zorg ervoor dat de uiteinde van de sensor voldoende in de oplossing zitten.
7. Schud even voorzichtig met het bekeerglas zodat de oplossing goed gemengd is.
8. Start de meting en registreer de temperatuur na toevoeging van 0 ml, 5ml, 10 ml, 15 ml,... en 35 ml.

4 Besluiten en reflecteren

Formuleer een antwoord op de onderzoeksvraag:



T³ VLAANDEREN

Experiment 5 - Leerkrachtenversie

Waarnemen van een neutralisatiereactie

1 Oriënteren

Leerstof chemie tweede en derde graad: zuur-basetitraties

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Je kan de klas verdelen in drie groepen en werken met een doorschuifstelsel.


2.2 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL of EasyLink
- pH-sensor
- geleidbaarheidsensor
- temperatuursensor

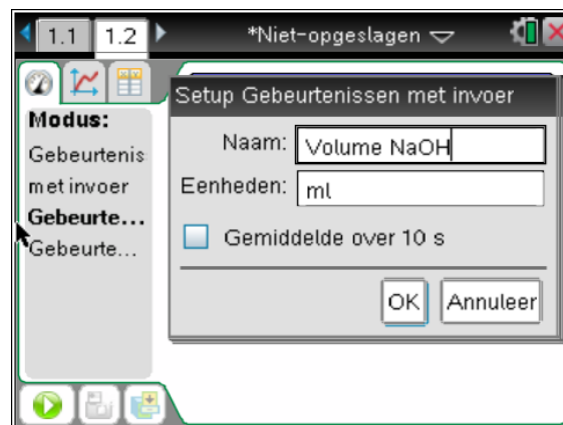
2.4 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire technologie (DataQuest)

- a. Instellen van de verzamelingmodus: Gebeurtenissen met invoer

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

- b. In dit experiment gaan we NaOH toevoegen via het buret. Het volume NaOH dat we toevoegen



wordt uitgedrukt in milliliter (ml).

*Bij gebeurtenissen typ je: Volume NaOH. Bij eenheden type je ml.
Klik op OK.*

TI-84+ (EasyData)


Stel in de volgende data-collection mode in:


Kies **Setup** Kies **3: Events With Entry**

3 Uitvoeren

TI-Nspire technologie (DataQuest)


Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbool .
- Druk op , selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling** starten.

Om de een waarde (gekoppeld aan een gebeurtenis) vast te leggen klik je op het symbool met het foto toestel .

Je wordt nu gevraagd om het volume NaOH in te vullen.

Typ het volume dat je hebt toegevoegd. Klik op **OK**

Om de meting te stoppen klik op het symbool .

TI-84+ (EasyData)

Om de meting te starten: klik **Start**

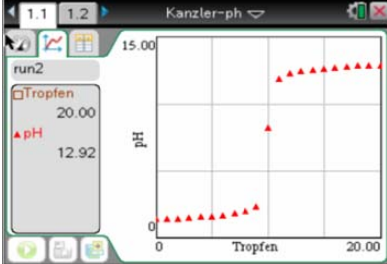
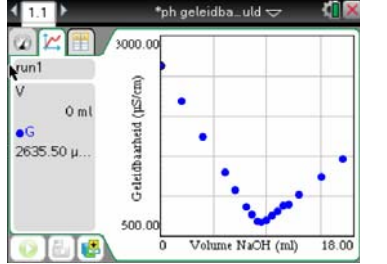
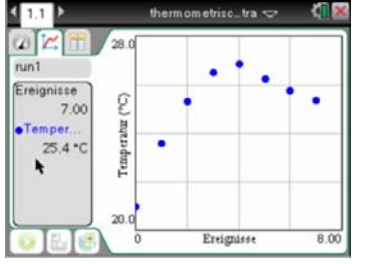
Om de een waarde (gekoppeld aan een gebeurtenis) vast te leggen klik je op **Keep**

Je wordt nu gevraagd om het volume NaOH in te vullen.

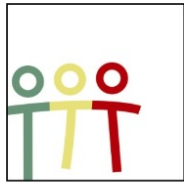
Typ het volume dat je hebt toegevoegd. Klik op **OK**

Om de meting te stoppen: klik **Stop**

4 Besluiten en reflecteren

<i>proef 1 (pH)</i>	<i>proef 2 (geleidbaarheid)</i>	<i>proef 3 (temperatuur)</i>
		

Een neutralisatiereactie kan gevolgd worden door middel van een pH-, geleidbaarheids- en temperatuursmeting. Bovendien kan men de reactie ook volgen door het toevoegen van een indicator. De indicator verandert immers van kleur bij het equivalentiepunt.



T³ VLAANDEREN

Experiment 6 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

De citroenbatterij

Leerkraft:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Kan een citroen dienst doen als batterij?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Batterijen zijn meestal opgebouwd uit twee cellen die meestal verschillende materialen bevatten die ondergedompeld worden in een geleidende oplossing. Beide cellen worden met elkaar verbonden via geleidende draden. In dit experiment zal je enkele basisprincipes van een batterij bestuderen met behulp van een citroen. Het citroensap doet dienst als geleidende oplossing. Je zal kleine stukjes materiaal in de citroen brengen en met een voltsensor de opgewekte spanning meten.

2.2 Materiaal

- voltsensor verbonden met meettoestel
- mes
- citroen

2.3 Stoffen

- staafje grafiet
- ijzeren nagel
- stukje magnesium lint
- zinken plaatje

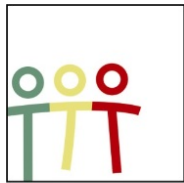
3 Uitvoeren

1. Markeer op een citroen met een fijne stift twee evenwijdige lijnen van 1 cm lang op 2 cm van elkaar. Gebruik een fijn mesje om de twee sneden in de pel van de citroen te maken.
2. Breng het staafje grafiet in één snede en een ijzeren nagel in de andere snede in de citroen.
3. Verbind het rode uiteinde van de voltsensor met het grafiet staafje en het zwarte uiteinde met de ijzeren nagel.
4. Lees de opgewekte spanning af. Observeer of de opgewekte spanning constant blijft, toeneemt of afneemt. Noteer in de tabel alle waarnemingen.
5. Verbind nu het rode uiteinde van de voltsensor met de ijzeren nagel en het zwarte uiteinde met het grafiet staafje.
6. Noteer opnieuw de opgewekte spanning en je waarnemingen in de tabel.
7. Herhaal stap 2 tot 6 voor de andere combinaties van materialen zoals vermeld in de tabel. Droog na iedere meting de metalen af.

Uiteinde voltsensor		Spanning (V)	Waarnemingen
Rood(+)	Zwart(-)		
C	Fe		
Fe	C		
C	Mg		
Mg	C		
C	Zn		
Zn	C		
Fe	Mg		
Mg	Fe		
Fe	Zn		
Zn	Fe		
Mg	Zn		
Zn	Mg		

4 Besluiten en reflecteren

1. Wat gebeurt er met de spanning als je het zwarte en rode uiteinde van de voltsensor verwisselt?
2. Welke combinatie geeft de hoogste opgewekte spanning?
3. Welke combinatie geeft de meest constante opgewekte spanning?
4. Welke combinatie vormt de beste batterij? Leg uit
5. De opgewekte spanning is een maat voor de chemische activiteit van een metaal als het metaal wordt gecombineerd met grafiet in de batterij. Hoe hoger de opgewekte spanning, hoe groter de chemische activiteit. Rangschik ijzer, magnesium en zink volgens toenemende chemische activiteit op basis van je waarnemingen.



T³ VLAANDEREN

Experiment 6 - Leerkrachtenversie

De citroenbatterij

1 Oriënteren

Leerstof chemie tweede en derde graad: redoxreacties

2 Voorbereiden

2.1 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI-84+
- Interface: Lab Cradle, CBL of EasyLink
- voltsensor

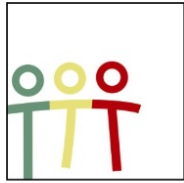
3 Uitvoeren

In dit experiment gebruik je het rekentoestel als meettoestel, namelijk als een voltmeter.

4 Besluiten en reflecteren

Verder onderzoek:

- Meet de opgewekte spanning van een aantal citroenbatterijen in serie en in parallel.
- Probeer een batterij te bouwen met ander fruit.
- Gebruik andere metalen zoals aluminium, koper en lood.



T³ VLAANDEREN

Experiment 7 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Hydrostatische druk

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Hoe verandert de hydrostatische druk als je dieper in het water duikt?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Duikers weten dat ze niet te diep mogen duiken zonder de nodige voorzorgsmaatregelen te nemen. Dat is een gevolg van de druk die het water op het lichaam van de duiker uitoefent. Die druk wordt de hydrostatische druk genoemd. Ten gevolge van het beginsel van Pascal moet bij die druk de druk op het water worden bijgeteld. De totale druk op het lichaam van de duiker is dus een som van twee verschillende drukken. In dit experiment concentreren we ons op de hydrostatische druk. We gaan na hoe die afhangt van de diepte.

2.2 Materiaal

- Gasdruksensor
- Buisje gekleefd op een meetlat
- Maatcilinder
- Meettoestel



2.3 Instellen van de verzamelmodus

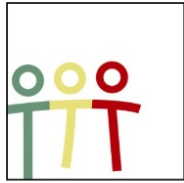
Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam	Diepte
Eenheid	cm

3 Uitvoeren

1. Vul een maatcilinder bijna volledig met water.
2. Neem een vouwmeter en kleef het darmpje van de druksensor op de vouwmeter zodat het uiteinde precies samenvalt met nul. Bevestig de druksensor aan het andere uiteinde van het darmpje.
3. Start de meetsoftware en stel het experiment in op "Gebeurtenissen met invoer".
4. Stel de druksensor in op nul (zero).
5. Start de meting. Leg een meetpunt vast terwijl het darmpje van de sensor nog niet in het water zit.
6. Breng de meter met het darmpje nu 5 cm onder water en leg een meetpunt vast. Herhaal dit om de 5 cm tot een diepte van 25 cm.
7. Stop de meting.

4 Besluiten en reflecteren

1. Bekijk de grafiek en je gemeten data.
 - a) Wat kan je besluiten over het verband tussen de hydrostatische druk en de diepte?
 - b) Hoe groot is de evenredigheidsconstante?
2. Teken de beste functie door de meetpunten en vergelijk de evenredigheidsconstante met de richtingscoëfficiënt.
3. Beantwoord de onderzoeksvraag. Ga na welke punten van je onderzoek nog voor verbetering vatbaar zijn.



T³ VLAANDEREN

Experiment 7 - Leerkrachtenversie

Hydrostatische druk

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Leerstof fysica tweede graad: de leerlingen leren met dit experiment het onderscheid kennen tussen de druk OP de vloeistof en de druk IN de vloeistof.

2 Voorbereiden

2.1 Materiaal


- TI-Nspire, Lab Cradle of Easy Link
- TI-84 Plus, CBL2 of Easy Link
- Gasdruksensor
- Buisje gekleefd op een meetlat
- Maatbeker

2.2 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam	Diepte
Eenheid	cm

TI-Nspire technologie (Dataquest)




Koppel de gasdruksensor aan de Lab Cradle. Verbind het darmpje dat je op een meetlat hebt gekleefd met de sensor. Start de Dataquest applicatie.

Kies  1: *Experiment* en dan 7: *Verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'diepte' in en bij eenheden vul je 'cm' in.

Zet de meetwaarde op nul via  1: *Experiment* > 9: *Sensoren instellen* > 3: *Nul*.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek. Druk op  om het meetresultaat vast te leggen. Na elke meting word je gevraagd om de diepte in te geven.

TI-84 Plus (Datamate)



1. Kleef het darmpje op de meetlat en verbind de sensor met het darmpje.
2. Plug de sensor in CH1 van de CBL2.
3. Verbind de CBL 2 met je rekentoestel.
4. Schakel je rekentoestel in en start het DATAMATE-programma. Druk op  om het programma te initialiseren.
5. Kies in het hoofdmenu voor SETUP.
6. Ga naar MODE en druk op .
7. Kies voor EVENTS WITH ENTRY uit het SELECT MODE menu.
8. Kies voor OK om in het hoofdmenu terecht te komen.
9. Aangezien we enkel de hydrostatische druk willen meten, zetten we de sensor op nul, alvorens we de meting starten. Kies opnieuw voor 1:SETUP
10. Druk 3: ZERO
11. Kies nu voor 1:CH1-PRESS (KPA)
12. Druk  om het nulpunt in te stellen
13. Je bent nu automatisch naar het hoofdmenu teruggekeerd: de meting kan starten.

3 Uitvoeren

TI -Nspire technologie (Dataquest)

Start de eerste meting terwijl het darmpje nog niet onder water zit en leg het eerste meetpunt vast. Bij diepte vul je 0 in. Steek nu de meetlat 5 cm onder water en voer weer een meting uit. Nu vul je bij diepte 5 in. Je kan stapsgewijs de diepte blijven vergroten tot 25 cm. Stop de meting door een druk op de rode stopknop.

TI-84 Plus (Datamate)

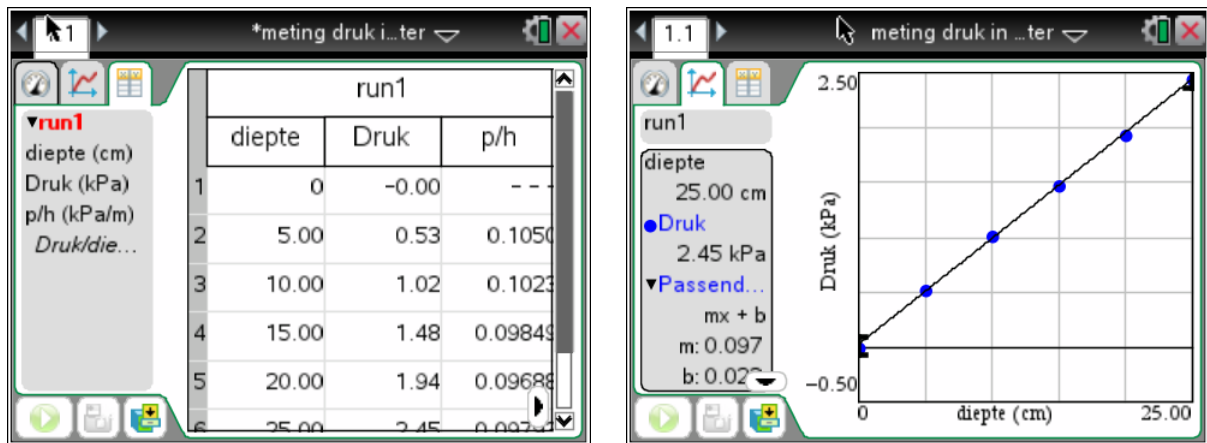
1. Kies voor START.
2. Stel de juiste diepte in. Begin bij 0 cm. Je merkt dat de druk geregistreerd wordt. Om de meetwaarde op te slaan, druk je .
3. Geef achter value de ingestelde diepte in. Je kan stapsgewijs de diepte vergroten tot 25 cm in stappen van 5 cm.
4. Sluit af met . Stop het experiment als alle waarden zijn verzameld.

5. De grafiek verschijnt op het scherm. Voor de analyse van de gegevens verlaten we Datamate. Druk **[ENTER]**. Kies 6: QUIT.

4 Besluiten en reflecteren

TI-Nspire technologie (Dataquest)

Om p/h te berekenen gaan we in de tabelweergave een kolom toevoegen. Ga hiervoor naar het tabblad met de tabelweergave. Kies **menu** 2: *Gegevens* en dan 3: *Nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'p/h' in, bij korte naam 'p/h' en bij eenheid 'kPa/m'. Bij weergegeven precisie kies je 4 significante cijfers. Bij uitdrukking typ je 'Druk / diepte' (=hoofdlettergevoelig!). Na een klik op OK wordt er een nieuwe kolom in de tabel bijgevoegd.



Om de beste functie door de meetpunten te tekenen, ga je als volgt te werk:

menu 4: *Analyseren* > 6: *Curve fit*

De waarde p/h is hier gemiddeld gelijk aan 0.100 kPa/m terwijl de rico van de rechte door de meetpunten gelijk is aan 0.097 kPa/m. Deze waarden liggen dus zeer kort bij elkaar. Je kan besluiten dat de hydrostatische druk recht evenredig is met de diepte onder water.

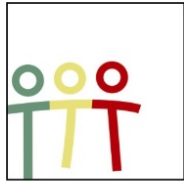
TI-84 Plus (Datamate)

1. Druk **[STAT]** 1:EDIT om de tabel met meetgegevens te bekijken. In Lijst L1 vind je de diepte en in lijst L2 vind je de druk.
2. De waarde p/h kan je niet berekenen met behulp van de lijsten omdat het eerste resultaat nul/nul zou opleveren, wat de rekenmachine niet toestaat. De berekening dient dus manueel te gebeuren.
3. Om de beste functie door de meetpunten te tekenen tik je **[STAT]** > **CALC** > 4:LinReg. Het bijhorende voorschrift verschijnt op het scherm.

4. Je kan de meetpunten samen met de beste functie op het scherm weergeven. Daartoe geef je bij $\boxed{Y=}$ het functievoorschrift in achter Y1. Druk \boxed{ZOOM} 9: ZoomStat om de grafiek op het scherm te bekijken.

5 Uitbreiding

Ter verbetering van dit onderzoek kan je best het onderzoek verschillende keren herhalen en werken met verschillende vloeistoffen.



T³ VLAANDEREN

Experiment 8 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Botsende bal

Leerkracht:

1 Oriënteren

Tijdens dit experiment onderzoeken we de beweging van een botsende basketbal. Hoe verandert de mechanische energie van de bal tijdens de botsing?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

De mechanische energie van een voorwerp is de som van de kinetische energie en de potentiële energie van dat voorwerp. In dit voorbeeld is de potentiële energie gravitationele potentiële energie. Indien de wrijving erg klein is waardoor de wrijving te verwaarlozen is, zou de mechanische energie behouden moeten zijn. In dit experiment ga je na of dat het geval is bij een botsende basketbal.

2.2 Materiaal

- Bewegingssensor
- Basketbal
- Meettoestel
- Balans



2.3 Instellen van de verzamelmodus

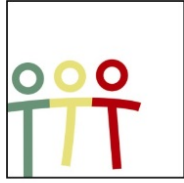
Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	20 meetwaarden/s
Duur	5 s

3 Uitvoeren

1. Neem een goed opgepompte basketbal en meet de massa van deze bal.
2. Houd de bewegingssensor met gestrekte armen vast. Meet de hoogte van de sensor ten opzichte van de grond.
3. Houd de bal op ongeveer 50 cm onder de sensor, start de meetsoftware en laat de bal verschillende keren botsen.
4. De meting stopt automatisch na 5 seconden.

4 Besluiten en Reflecteren

1. Bekijk de meetgegevens in de tabel en voeg drie nieuwe kolommen toe:
 - a) Een kolom met de gravitationele potentiële energie van de bal.
 - b) Een kolom met de kinetische energie van de bal.
 - c) Een kolom met de mechanische energie van de bal.
2. Maak een nieuwe grafiek zodat je een goed zicht krijgt op het verloop van de mechanische energie van de bal.
3. Beantwoord de onderzoeksvraag. Ga na welke punten van je onderzoek nog voor verbetering vatbaar zijn.



T³ VLAANDEREN

Experiment 8 - Leerkrachtenversie

Botsende bal

1 Oriënteren

Leerplan fysica tweede of derde graad. De leerlingen leren de formules voor potentiële en kinetische energie gebruiken en interpreteren.

2 Voorbereiden

2.1 Materiaal

- TI-Nspire, Lab Cradle
- TI-84 Plus, CBL2
- Bewegingssensor
- Basketbal
- Balans




2.2 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire Technologie (Dataquest)










Koppel de bewegingssensor aan de Lab Cradle via de digitale poort. Start de Dataquest applicatie.

In principe wordt de sensor meteen herkend en worden de standaardinstellingen geladen.

U kan deze instellingen gebruiken. Indien u de instellingen wenst aan te passen:

Kies  1: *Experiment* en dan 7: *Verzamelmodus* en vervolgens 1: *Tijdgebaseerd*. Pas hier de instellingen aan je wensen aan.


TI-84 Plus (Datamate)

1. Plug de sensor in DIG/SONIC van de CBL2.
2. Verbind de CBL2 met je rekenmachine.
3. Houd de sensor met gestrekte armen vast.
4. Schakel je rekentoestel in en start het DATAMATE-programma. Druk op  om het programma te initialiseren.
5. Kies in het hoofdmenu voor SETUP.
6. Lees je achter DIG: MOTION (M) ga dan verder met stap 9.
 7. Gebruik  en  en  om DIG te selecteren.
 8. Kies MOTION(M) uit het SELECT SENSOR menu.
9. Gebruik  en  om MODE te selecteren en druk .
10. Kies voor TIME GRAPH uit het SELECT MODE menu.
11. Kies voor CHANGE TIME SETTINGS in het TIME GRAPH SETTINGS menu.
12. Time between samples : 0,05 ; number of samples : 100 . Sluit af met OK.
13. Kies voor OK om in het hoofdmenu terecht te komen.


3 Uitvoeren

TI-Nspire Technologie (Dataquest)


Houd de bewegingssensor met gestrekte armen voor je. Noteer de hoogte van de sensor op dit moment. Houd de basketbal op ongeveer 50 cm onder de sensor.

Om de meting te starten druk je op de  pijl.

Van zodra je het getik van de sensor hoort veranderen, laat je de bal vallen en verschillende keren botsen. Het rekentoestel zal een meting uitvoeren gedurende 5 seconden. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek. De meting stopt automatisch.

In de *grafiekweergave* zie je zowel de $x(t)$ - als de $v(t)$ -grafiek. Wil je maar één van de twee grafieken tonen dan doe je het volgende. Kies  3: *Grafieken* en dan 1: *Grafiek weergeven*. Vervolgens kies je welke grafiek zichtbaar wordt.

TI-84 Plus (Datamate)

1. Houd de bal op ongeveer 0,5 m recht onder de bewegingsdetector.
2. Kies START om de meting te beginnen.
3. Laat de bal los, zonder er een vaart of een richting aan te geven en ga een stapje achteruit.
4. Je hoort een tikkend geluid: de gegevens worden verzameld.
5. De meting stopt automatisch na 5 seconden.
6. Bekijk de afstandsgrafiek door voor DIG-DISTANCE te kiezen. Gebruik  om je keuze te bevestigen.

7. Door op **ENTER** te drukken verlaat je de grafiek en kun je ook de snelheids- en versnellingsgrafiek bekijken. Verlaat de grafiek met **ENTER**.
8. Keer terug naar het hoofdmenu door voor 1:MAIN SCREEN te kiezen.
9. Verlaat het programma door voor QUIT te kiezen.

4 Besluiten en Reflecteren


TI-Nspire Technologie (Dataquest)

Bekijk de tabel met meetgegevens.

Voeg nu een kolom toe waarin je de potentiële energie van de bal berekent:

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

De massa van de basketbal is bijvoorbeeld 500 gram. Om dit te doen ga je als volgt te werk:

- Typ 
- Kies 2: Gegevens > 3:Nieuwe berekende kolom
- Kies een naam en een korte naam (vb. Epot), voeg de eenheid toe
- Ga met de TAB-toets naar onder en vul de uitdrukking als volgt aan:

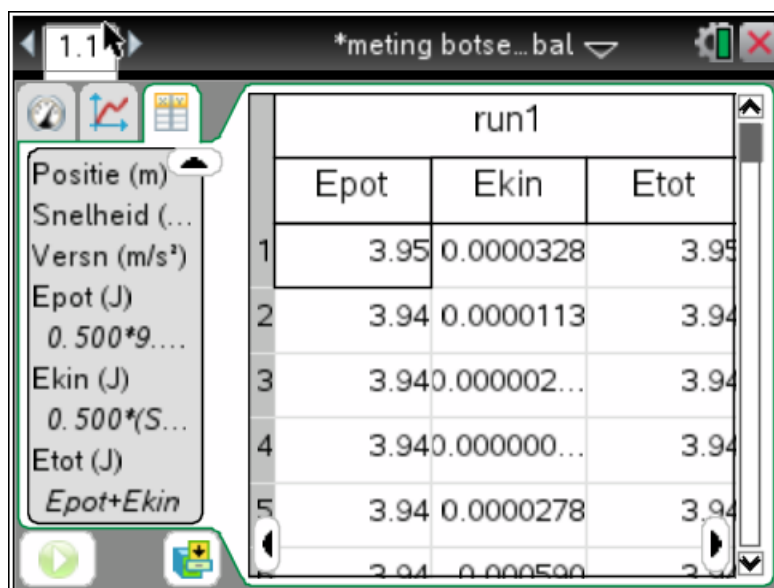
$$0.500 \cdot 9.81 \cdot (\text{hoogte sensor} - \text{Positie})$$

- Ga met de TAB-toets naar onder en selecteer OK.

Voeg op dezelfde manier een kolom toe waarin je de kinetische energie van de bal berekent.

$$E_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$


Voeg een kolom toe waar je de som van de potentiële en de kinetische energie berekent.



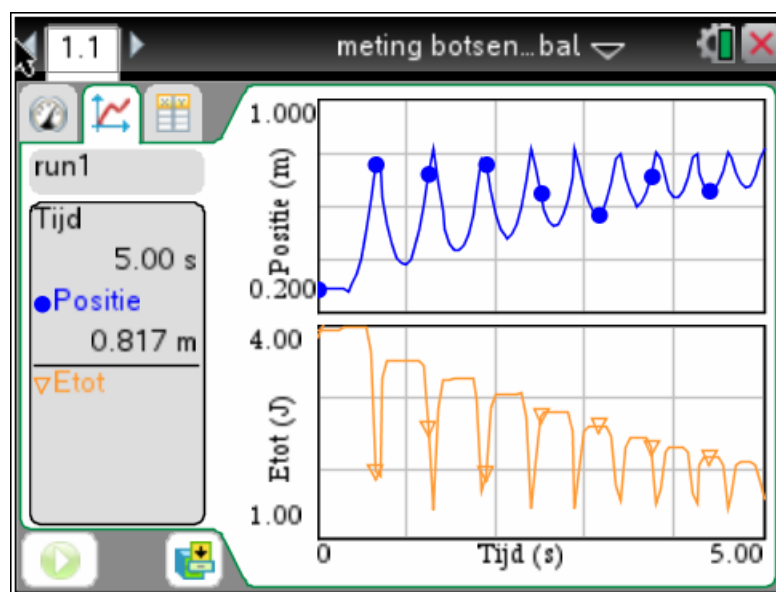
The screenshot shows the TI-Nspire Dataquest interface. On the left, a list of variables is visible, including 'Epot (J)' with the formula '0.500*9...', 'Ekin (J)' with '0.500*(S...', and 'Etot (J)' with 'Epot+Ekin'. The main table, titled 'run1', has three columns: 'Epot', 'Ekin', and 'Etot'. The data rows are as follows:

	Epot	Ekin	Etot
1	3.95	0.0000328	3.95
2	3.94	0.0000113	3.94
3	3.940	0.000002...	3.94
4	3.940	0.000000...	3.94
5	3.94	0.0000278	3.94
	3.94	0.000500	3.94

Keer terug naar het grafiekscherm. Maak van de laatst toegevoegde kolom een grafiek en bekijk hoe de energie tijdens de botsing evolueert. Ga als volgt te werk:

- Typ 
- Kies 3: Grafieken > 4: Y-as kolom selecteren
- Kies 2: Grafieken 2
- Selecteer de ingegeven naam van de kolom

De tweede grafiek bevat nu het verloop van de mechanische energie. Pas indien nodig de vensterinstellingen aan.



De grafiek laat duidelijk zien dat terwijl de bal in de lucht is, de mechanische energie behouden blijft, en dat er telkens bij een contact met de grond energie verloren gaat.

Je kan daaruit besluiten dat de bal niet erg gevoelig is voor de luchtweerstand, maar dat er tijdens de botsing met de grond wel heel wat energie omgezet wordt in warmte, waardoor de bal ook steeds minder hoog komt.

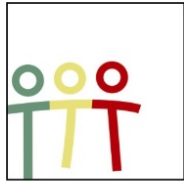
TI-84 Plus (Datamate)

1. Bij het afsluiten van Datamate zie je dat de tijd in lijst L1 staat opgeslagen, de afstand tot de sensor in lijst L6, de snelheid in lijst L7. Druk **[ENTER]** om dit scherm te verlaten.
2. Druk **[STAT]** 1:EDIT om de tabel met meetgegevens te bekijken. Met de pijltoetsen kan je naar rechts scrollen.

3. In lijst L9 berekenen we de gravitationele potentiële energie. Ga op de kolomkop staan en geef de formule in $0.500 \cdot 9.81 \cdot (\text{hoogte sensor} - L6)$. Om L6 op te roepen druk je $\boxed{2\text{nd}}[\text{LIST}]$ 6.
4. In lijst L10 berekenen we de kinetische energie. Ga op de kolomkop staan en geef de formule in $\frac{1}{2} \cdot 0.500 \cdot L7^2$. Om L7 op te roepen druk je $\boxed{2\text{nd}}[\text{LIST}]$ 7.
5. In lijst L11 berekenen we de totale mechanische energie. Ga op de kolomkop staan en geef de formule L9+L10 in, door gebruik te maken van $\boxed{2\text{nd}}[\text{LIST}]$
6. We tekenen nu de grafiek met het verloop van de mechanische energie. Druk hiervoor $\boxed{2\text{nd}}[\text{STAT PLOT}]$ 1: . Zet de plot op ON en geef bij de x-list L1 in en bij y-list L11. Druk $\boxed{\text{ZOOM}}$ 9: ZoomStat om de grafiek te bekijken.

De grafiek laat duidelijk zien dat terwijl de bal in de lucht is, de mechanische energie behouden blijft, en dat er telkens bij een contact met de grond energie verloren gaat.

Je kan daaruit besluiten dat de bal niet erg gevoelig is voor de luchtweerstand, maar dat er tijdens de botsing met de grond wel heel wat energie omgezet wordt in warmte, waardoor de bal ook steeds minder hoog komt.



T³ VLAANDEREN

Experiment 9 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Vallende magneet

Leerkracht:

1 Oriënteren

Hoe verandert de spanning tussen het begin en eindpunt van een spoel terwijl een magneet door de spoel valt?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Wanneer een magneet door een spoel valt, verandert de magnetische flux doorheen de spoel. Volgens de wet van Faraday zal daardoor een spanning opgewekt worden in de spoel, de zogenaamde inductiespanning. In dit experiment meet je die spanning en tracht je een verband te zien met de beweging van de magneet.

2.2 Materiaal

- Spanningssensor
- Buisje met spoel errond
- Magneet
- Meettoestel
- Bakje



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	200 meetwaarden/s
Duur	2 s

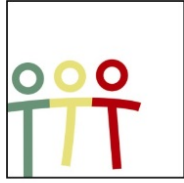
3 Uitvoeren

1. Neem een spoel en een maak van een blad papier een buisje dat je in de spoel stopt.
2. Koppel de spanningssensor aan het begin- en eindpunt van de spoel.
3. Stel de waarde van de sensor in op nul.
4. Houd de magneet met de Noordpool naar beneden boven het buisje.
5. Start de meting en laat de magneet vallen doorheen het buisje. Vang de magneet op in een bakje.
6. Sla de meting op en herhaal de meting met de Zuidpool naar beneden gericht.

4 Besluiten en Reflecteren

Bekijk de grafiek met de twee metingen.

- a) Hoe groot is de maximumwaarde van de inductiespanning? Zoek deze waarde op via de tabel of de grafiek.
- b) Hoe groot is de minimumwaarde van de inductiespanning? Zoek deze waarde op via de tabel of de grafiek.
- c) Merk je een verschil tussen de grootte van het maximum en de grootte van het minimum? Hoe zou dat komen?
- d) Hoe verandert de grafiek als je de Noordpool van de magneet naar boven houdt tijdens de val? Kan je dit verklaren?



T³ VLAANDEREN

Experiment 9 - Leerkrachtenversie

Vallende magneet

1 Oriënteren

Leerstof fysica derde graad: de leerlingen leren de inductiespanning in een spoel opmeten en gaan na welke factoren een invloed hebben op deze spanning.

2 Voorbereiden

2.1 Materiaal


- TI-Nspire, Lab Cradle of Easylink
- TI-84 Plus, CBL2 of Easylink
- Spanningssensor
- Buisje met spoel errond
- Magneet
- Bakje





2.2 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire Technologie (Dataquest)

Koppel de spanningssensor aan de Lab Cradle. Start de Dataquest applicatie. In principe wordt de sensor meteen herkend en worden de standaardinstellingen geladen.

We passen deze instellingen aan. Kies  1: *Experiment* en dan 7: *Verzamelmodus* en vervolgens 1: *Tijdgebaseerd*. Neem een experiment met 200 metingen per seconde dat 2 seconden duurt. Bevestig met OK.

Zet de meetwaarde op nul via  1: *Experiment* > 9: *Sensoren instellen* > 3: *Nul*.


Om de meting te starten druk je op de  pijl. Het rekentoestel zal een meting uitvoeren gedurende 2 seconden. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

TI-84 Plus (Datamate)


1. Plug de sensor in kanaal 1 van de CBL2.
2. Verbind de CBL2 met je rekentoestel.
3. Hang de spoel op aan een statief, zodat de magneet er door kan vallen. Leg onder de spoel een bakje met daarin een handdoek zodat de magneet zacht neerkomt.
4. Schakel je rekentoestel aan en start het DATAMATE-programma. Druk op **CLEAR** om het programma te initialiseren.
5. Kies in het hoofdmenu voor SETUP.
6. Gebruik **▲** en **▼** om MODE te selecteren en druk **ENTER**.
7. Kies voor TIME GRAPH uit het SELECT MODE menu.
8. Kies voor CHANGE TIME SETTINGS
9. Achter ENTER TIME BETWEEN SAMPLES... geef je 0,005 in en druk **ENTER**
10. Achter NUMBER OF SAMPLES, geef je 400 in en druk op **ENTER**
11. Druk herhaaldelijk OK tot je weer in het hoofdmenu terecht gekomen bent.

3 Uitvoeren

TI-Nspire Technologie (Dataquest)

Klem de spanningssensor aan de twee koperen uiteinden van de spoel. Houd magneet met de Noordpool naar beneden boven het buisje en houd het geheel boven een bakje. Start de meting. Van zodra je de grafiek ziet verschijnen, laat je de magneet vallen. De meting stopt automatisch. Selecteer het belangrijkste deel van de grafiek via **ctrl** .

“Doorstreep” dan het gebied buiten het geselecteerde stuk via:

- Kies 
- Kies 2: Gegevens > 5: Gegevens doorstrepen > 2: Buiten geselecteerd gebied.

Kies opnieuw  3: Grafieken en dan 7: Nu automatisch herschalen.

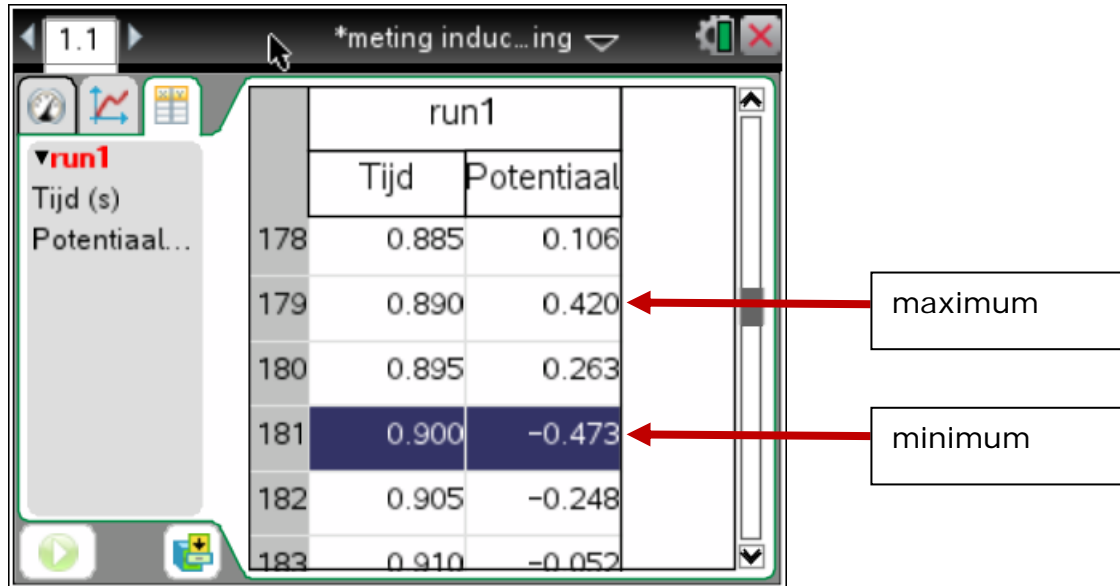
TI-84 Plus (Datamate)

1. Kies START om de meting te beginnen.
2. Laat de magneet door de spoel vallen.
3. De grafiek verschijnt op het scherm.
4. Druk **ENTER** om naar het hoofdmenu terug te keren.
5. Druk 6: QUIT om Datamate te verlaten.

4 Besluiten en Reflecteren

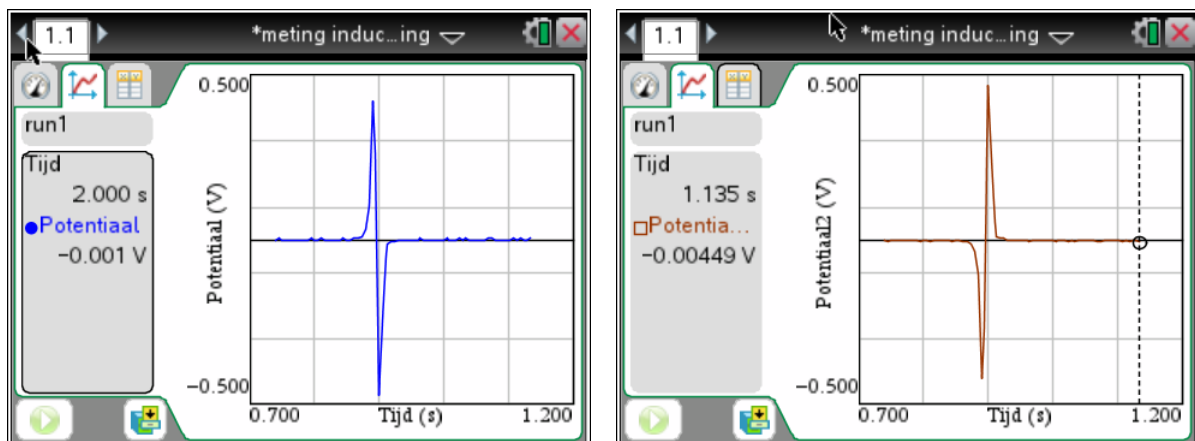
TI-Nspire Technologie (Dataquest)

In de tabel van de meting lezen we op een eenvoudige manier de minimum- en maximumwaarde van de inductiespanning af:



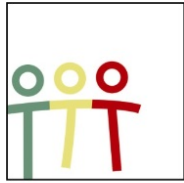
Omdat het minimum later gemeten is dan het maximum heeft de magneet op dat moment een grotere snelheid, waardoor de fluxverandering groter is en de bijhorende inductiespanning dus ook groter is.

Indien je de Noordpool omwisselt, zal de volgorde waarin het minimum en maximum optreden omwisselen.



TI-84 Plus (Datamate)

1. Druk **[STAT]** 1:EDIT om de tabel met meetgegevens te bekijken.
2. Druk **[ZOOM]**9:ZoomStat om de grafiek te bekijken.
3. Met behulp van de pijltoetsen kan je de minimale en maximale waarde van het scherm aflezen via de **[TRACE]**-functie.



T³ VLAANDEREN

Experiment 10 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Trillingen

Leerkracht:

1 Oriënteren

Hoe beïnvloedt de massa van een trillend systeem de frequentie van de trilling?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

Elk voorwerp heeft een eigenfrequentie. Dat is de frequentie van de trilling waarbij het voorwerp beweegt als het een vrije trilling uitvoert. De elasticiteit en de massa van het trillende systeem bepalen hoe groot die eigenfrequentie is. In dit onderzoek ga je na hoe de massa de eigenfrequentie beïnvloedt.

2.2 Materiaal

- Bewegingssensor
- Veer + massa + statief
- Meettoestel



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	20 meetwaarden/s
Duur	5 s

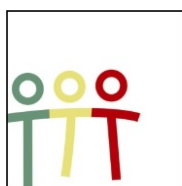
3 Uitvoeren

1. Neem een soepele veer, hang er een massa aan en hang het geheel op aan een statief.
2. Leg onder de massa een bewegingssensor op ongeveer 60 cm.
3. Rek de veer enkele centimeters uit en laat ze los. Zorg dat de beweging enkel verticaal gebeurt.
4. Start de meting.
5. De meting stopt automatisch na 5 seconden. Sla de meting op.
6. Herhaal de meting met een andere massa.

4 Besluiten en Reflecteren

1. Bekijk de grafiek met de twee metingen.
 - a) Hoe groot is de amplitude en de frequentie van de opgemeten trillingen?
 - b) Hoe verandert de frequentie als je de massa vergroot? Wat kan je zeggen over de eigenfrequentie van de twee trillingen?
2. Kan je uit de opgemeten data de veerconstante van de gebruikte veer bepalen?

Experiment 10 - Leerkrachtenversie



T³ VLAANDEREN

Trillingen

1 Oriënteren

Leerplan fysica derde graad: de leerlingen onderzoeken in het kader van de harmonische trilling hoe de massa een invloed heeft op de eigenfrequentie van het trillend systeem.

2 Voorbereiden

2.1 Materiaal

- TI-Nspire, Lab Cradle
- TI-84 Plus, CBL2
- Bewegingssensor
- Veer + massa + statief




2.2 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire Technologie (Dataquest)

Koppel de bewegingssensor aan de Lab Cradle via de digitale poort. Start de Dataquest applicatie.

In principe wordt de sensor meteen herkend en worden de standaardinstellingen geladen.

U kan deze instellingen gebruiken. Indien u de instellingen wenst aan te passen:

Kies  1: *Experiment* en dan 7: *Verzamelmodus* en vervolgens 1: *Tijdgebaseerd*. Pas hier de instellingen aan je wensen aan.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. Het rekentoestel zal een meting uitvoeren gedurende 5 seconden. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

TI-84 Plus (Datamate)


1. Verbind de CBL2 met de TI-84 Plus-rekenmachine.
2. Plug de bewegingssensor in DIG 1 van de CBL2
3. Zet de TI-84 Plus aan.
4. Druk op de TI-84 Plus op **APPS** en kies op het volgend menu voor DATAMATE. Druk op **CLEAR** om het programma te initialiseren.
5. Kies in het hoofdmenu voor SETUP.
6. Lees je achter DIG1: MOTION (M) ga dan verder met stap 9.
 7. Selecteer DIG 1 en bevestig met **ENTER**
 8. Kies MOTION (N) uit het SELECT SENSOR menu.
9. Gebruik **▲** en **▼** om MODE te selecteren en druk **ENTER**.
10. Kies voor 2:TIME GRAPH uit het SELECT MODE menu.
11. Kies nogmaals 2:CHANGE SETTINGS om het tijdsinterval tussen twee metingen vast te leggen op 0,05 s. Bevestig telkens met **ENTER**. Leg het aantal meetwaarden vast op 100. De duur van de meting bedraagt bijgevolg 5,0 s.
12. Druk 1:OK om terug te keren naar het hoofdmenu.

3 Uitvoeren

TI-Nspire Technologie (Dataquest)

Bouw een statief op met aan de horizontale staaf een veer met massa. Leg de bewegingssensor op een stoel onder de massa, op ongeveer 60 cm. Breng de veer aan het trillen. Start de meting. De meting stopt automatisch.

In de *grafiekweergave* zie je zowel de $x(t)$ - als de $v(t)$ -grafiek. Wil je maar één

van de twee grafieken tonen dan doe je het volgende. Kies  3: *Grafieken* en dan 1: *Grafiek weergeven* vervolgens kies je welke grafiek zichtbaar wordt. Je

kan een trendlijn toevoegen. Druk  4: *Analyseren* en dan 6: *Curve Fit*.


TI-84 Plus (Datamate)

1. Rek de veer enkele cm uit. Druk 2:START om de datacollectie te starten. De meting stopt automatisch.
2. Na de meting kan je de grafiek van de meetwaarden (positie, snelheid en versnelling) in functie van de tijd bekijken door de gepaste sensor te selecteren en **ENTER** te drukken.
3. Je verlaat de grafiek door nogmaals **ENTER** te drukken. Druk 1:MAIN SCREEN om naar het hoofdmenu terug te keren. Verlaat tenslotte het programma Datamate door 6:QUIT te drukken.


4 Besluiten en Reflecteren

TI-Nspire Technologie (Dataquest)


Je kan een meting bewaren en een volgende meting toevoegen. Hiertoe ga je als volgt te werk:

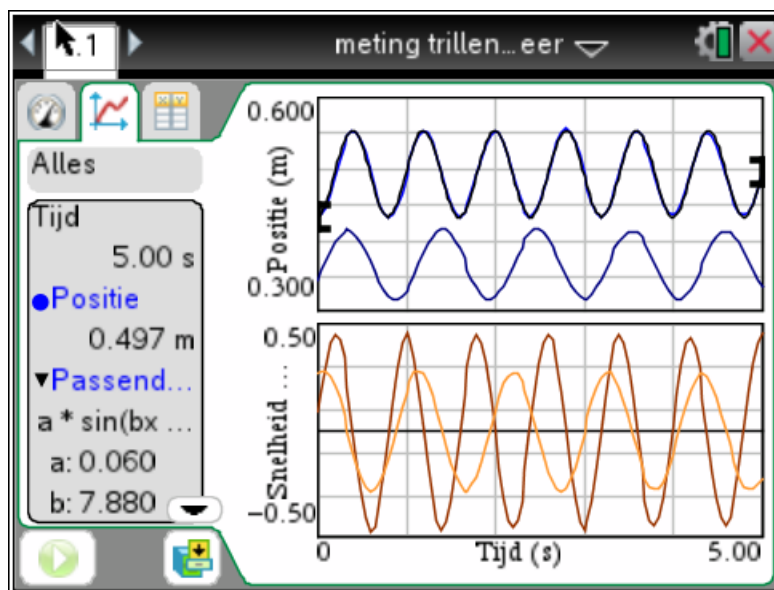
- Druk 
- Kies 1: *Experiment* en dan 3: *Gegevensset opslaan*.
- Start de nieuwe meting.

Wil je de eerste en de tweede meting samen op het scherm, ga dan als volgt te werk:

- Druk 
- Kies 3: *Grafieken* en dan 5: *Gegevensset selecteren*.
- Kies 3: *Alles*

U kan dan puntopties veranderen om de grafieken beter leesbaar te maken:

- Druk 
- Kies 6: *Opties* en dan 3: *Puntpuntes*.
- Kies bij Teken: *Geen* en bevestig met OK.



Uit de grafiek leiden we af dat de frequentie van de trilling afneemt als de massa groter wordt. Door de periode van het scherm af te lezen, kan je snel de

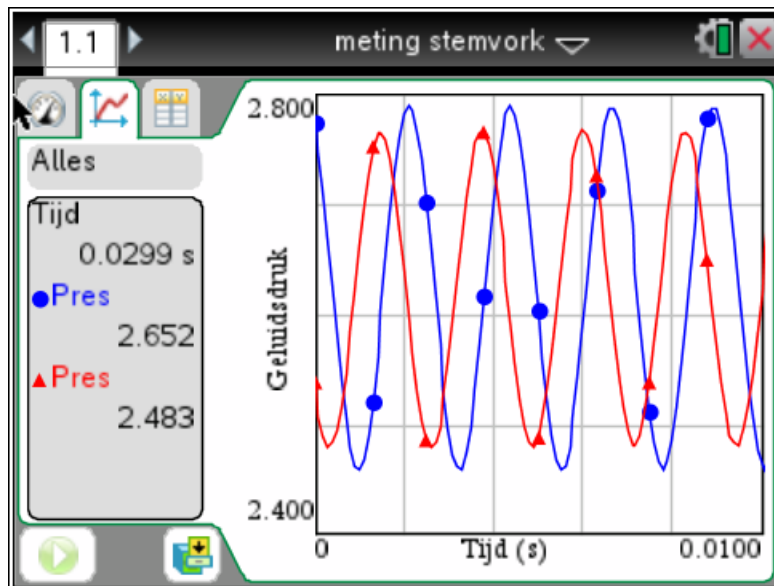
veerconstante bepalen: $k = m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$

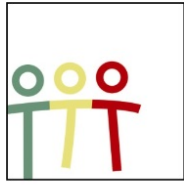
TI-84 Plus (Datamate)

1. Druk **[STAT]** 1:EDIT om de tabel met meetgegevens te bekijken.
2. Druk **[ZOOM]** 9:ZoomStat om de grafiek te bekijken.
3. Met behulp van de pijltoetsen kan je gevraagde data van het scherm aflezen via de **[TRACE]**-functie.
4. Om een tweede meting uit te voeren, dien je Datamate opnieuw te starten. Denk eraan dat de lijsten met meetgegevens daarbij overschreven worden. Indien je de data wenst te bewaren dien je de lijst onder een nieuwe naam op te slaan, bijvoorbeeld via **L1[STO]A**. De lijst L1 wordt dan gekopieerd naar een lijst met de naam A.

5 Uitbreiding

Open een nieuw document waar u het experiment herhaalt met een microfoon en stemvork. Hoe verandert de frequentie als je een ruitertje op de stemvork aanbrengt?





T³ VLAANDEREN

Experiment 11 - Leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Statische en dynamische wrijving

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Hoe komt het dat het veel moeilijker is om een zware kast in beweging te brengen dan ze in beweging te houden?

2 Voorbereiden

2.1 Achtergrondinformatie

De weerstand die je voelt wanneer je een zwaar voorwerp verschuift, is het gevolg van de wrijving tussen het voorwerp en de ondergrond. Proefondervindelijk ervaar je een verschil tussen de weerstandskracht wanneer het voorwerp in rust is en de weerstandskracht wanneer het voorwerp in beweging is. Men spreekt van statische wrijving (in rust) en dynamische wrijving (in beweging). De maximale statische wrijvingskracht blijkt groter te zijn dan de dynamische wrijving. In dit experiment willen we nagaan of dat verschil meetbaar is.

2.2 Materiaal

- Houten blok met daarop een aantal gewichten
- Krachtsensor en bewegingssensor, verbonden aan het meettoestel

2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	20 meetwaarde/s
Duur	10 s

3 Uitvoeren

1. Leg het houten blokje op een tafel met daarop een aantal gewichten. Maak de krachtsensor met een draadje vast aan het haakje in het houten blok. Zorg dat de draad gespannen is.
2. Plaats de bewegingssensor op één lijn met de bewegingsrichting van het houten blok en laat ongeveer 40 cm tussen de sensor en het blok.
3. Start het meetprogramma. Wacht totdat de sensoren zijn herkend. Stel de krachtsensor in op nul (zero).
4. Start de meting en trek zo gelijkmatig mogelijk het blok vooruit (met een constante snelheid).
5. Stop de meting.

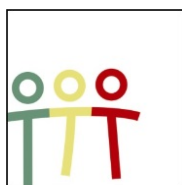
4 Besluiten en reflecteren

1. Bestudeer de grafiek.
 - a. Welke kracht wordt hier gemeten?
 - b. Met welk stuk van de grafiek komt de statische wrijvingskracht overeen? Met welk stuk van de grafiek komt de dynamische wrijving overeen?

- c. Vergelijk de krachtgrafiek met de bewegingsgrafiek: op welk moment wordt de maximale kracht gemeten?
2. Hoe groot is de maximale statische wrijvingskracht? Bepaal hieruit de statische wrijvingscoëfficiënt.
3. Hoe groot is de gemiddelde dynamische wrijvingskracht? Bepaal hieruit de dynamische wrijvingscoëfficiënt.

Verder onderzoek: Hoe verandert de grootte van de kracht als je meer of minder gewichten op het houten blokje plaatst?

Experiment 11 - Leerkrachtenversie



T³ VLAANDEREN

Statische en dynamische wrijving

1 Oriënteren

Leerstof fysica derde graad: de leerlingen leren met dit experiment verschillende soorten wrijving opmeten en interpreteren.

2 Voorbereiden


2.1 Materiaal

- Meettoestel: TI-Nspire of TI 84 Plus
- Interface: Lab Cradle, CBL2
- Houten blok met een aantal gewichten

2.2 Instellen van de verzamelmodus

TI-Nspire technologie (Dataquest)

1 *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.

2 *Verbind de krachtsensor en de bewegingssensor met de interface (Lab Cradle) en verbind de interface met de TI-Nspire rekenmachine.*

De Vernier DataQuest applicatie start automatisch op wanneer je de interface met de rekenmachine hebt verbonden.

3 *Begin steeds met een Nieuw experiment:*

Druk op  .

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

Standaard is de verzamelmodus: tijdgebaseerd

4 Instellen van de verzamelmodus: tijdgebaseerd

Druk op  .

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

Kies **1: Tijdgebaseerd**.

Er verschijnt een nieuw menu waarin verschillende parameters kunnen aangepast worden:

Typ **20** bij snelheid. (in meetwaarden/seconden)

Typ **10** bij duur. (in seconden)

Bevestig de instellingen met OK.

We stellen de krachtsensor nog in op nul. Zorg dat het draadje waarmee de sensor aan het haakje van het houten blok is vastgemaakt, gespannen is.








Druk op  .

Selecteer **1: Experiment** en dan **9: Sensoren instellen**.

Kies **3: Nul**.

Er verschijnt een nieuw menu waarin de verschillende sensoren zijn weergegeven. Druk het nummer voor de krachtsensor.

TI-84 Plus (Datamate)

1. Verbind de CBL2 met de TI-84 Plus-rekenmachine.
2. Plug de krachtsensor in CH 1 van de CBL2
3. Plug de bewegingssensor in DIG 1 van de CBL2
4. Zet de TI-84 Plus aan.
5. Druk op de TI-84 Plus op  en kies op het volgend menu voor DATAMATE. Druk op  om het programma te initialiseren.
6. Kies in het hoofdmenu voor SETUP.
7. Lees je achter CH1 : FORCE (N) en achter DIG1: MOTION (M) ga dan verder met stap 12.
 8. Druk op  om CH1 te selecteren.
 9. Kies DUAL FORCE 10 (N) uit het SELECT SENSOR menu.
 10. Selecteer DIG 1 en bevestig met .
 11. Kies MOTION (N) uit het SELECT SENSOR menu.
12. Gebruik  en  om MODE te selecteren en druk .
13. Kies voor 2: TIME GRAPH uit het SELECT MODE menu.

14. Kies nogmaals 2:CHANGE SETTINGS om het tijdsinterval tussen twee metingen vast te leggen op 0,05 s. Leg het aantal meetwaarden vast op 200. De duur van de meting bedraagt bijgevolg 10 s.
15. Druk 1:OK om terug te keren naar het hoofdmenu.
16. We bepalen nu het nulpunt van de krachtsensor terwijl de draad goed gespannen is: druk 3:ZERO. Selecteer het kanaal van de krachtsensor. Druk **ENTER** om het nulpunt in te stellen en terug te keren naar het hoofdmenu.

3 Uitvoeren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Er zijn twee manieren om een meting te starten:

- Klik op het symbool .
- Druk op , selecteer **1:Experiment** en dan **2:Gegevensverzameling** starten.

Van zodra het snel tikken van de afstandssensor begint, trek je met een vloeiende beweging aan de krachtsensor zodat het houten blokje in beweging komt. Blijf gelijkmatig trekken totdat de meting gestopt is.

TI-84 Plus (Datamate)

1. Druk 2:START om de datacollectie te starten. Trek gelijkmatig aan de krachtsensor.
2. Na de meting kan je de grafiek van de meetwaarden (kracht, positie, snelheid en versnelling) in functie van de tijd bekijken door de gepaste sensor te selecteren en **ENTER** te drukken.
3. Je verlaat de grafiek door nogmaals **ENTER** te drukken. Druk 1:MAIN SCREEN om naar het hoofdmenu terug te keren. Verlaat tenslotte het programma Datamate door 6:QUIT te drukken.

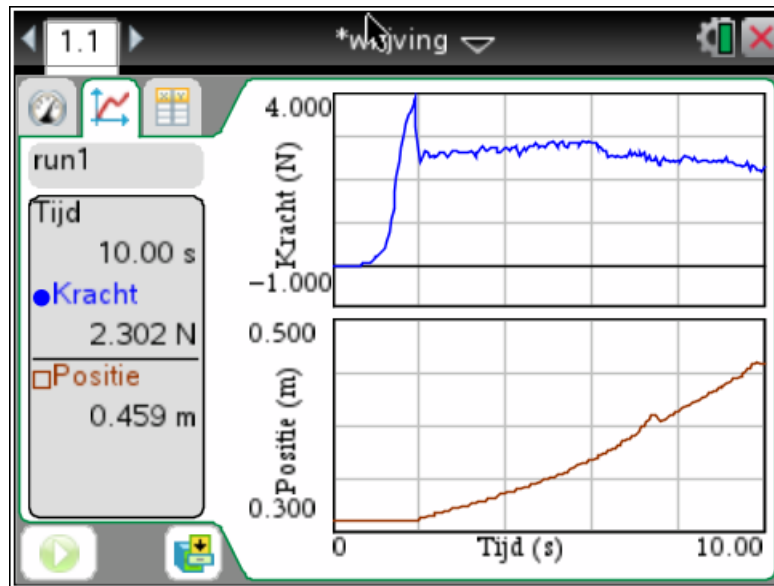
4 Besluiten en reflecteren

TI-Nspire technologie (DataQuest)

Wanneer het experiment is gestopt, verschijnen twee grafieken op het scherm. Controleer of je de kracht en de positie grafiek op het scherm ziet. Indien je een andere grafiek op het scherm wenst te zien, kan je de grootheden bij de verticale as (Y-as) veranderen. Je gaat als volgt te werk

- Druk op , selecteer **3:Grafieken** en dan **4:Y-as-kolom selecteren**.

- Kies welke grafiek je wenst aan te passen: Grafiek 1 of Grafiek 2.
- Kies de nieuwe grootheid die bij de verticale as moet komen.




Met de cursor kan je de grafiek aflopen en verschillende interessante meetpunten opzoeken.

- De kracht die hier gemeten wordt is de wrijvingskracht.
- Je merkt dat de maximale kracht bereikt wordt op het moment dat de afstand tot de sensor begint te stijgen. De waarde die je hier meet is de maximale statische wrijvingskracht.
- Je ziet dat voor het blok in beweging komt de statische wrijvingskracht groter wordt om uiteindelijk een maximum te bereiken.
- Van zodra het blok in beweging is, is de gemeten kracht min of meer constant. Dit is de dynamische wrijvingskracht.

In dit voorbeeld is $F_{ws,max} = 3.888\text{N}$. Aangezien de massa gelijk is aan 1.142 kg kunnen de statische wrijvingscoëfficiënt bepalen.

$$\mu_s = \frac{F_{ws,max}}{F_N} = \frac{3.888\text{N}}{1.142\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0.347$$

Om de gemiddelde dynamische wrijvingskracht te zoeken, selecteer je het stuk van de grafiek dat hierbij hoort via **ctrl** .

Druk daarna op **menu**, selecteer **4:Analyseren** en dan **5:Statistieken**. Tik dan het nummer van de krachtsensor. Een aantal statistieken verschijnt op het scherm.

In dit voorbeeld is $F_{wd} = 2.656N$ (gemiddeld). Voor de dynamische wrijvingscoëfficiënt vinden we.

$$\mu_d = \frac{F_{wd}}{F_N} = \frac{2.656N}{1.142kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg}} = 0.237$$

TI-84 Plus (Datamate)

Wanneer je het experiment beëindigd hebt en Datamate verlaten hebt, kan je de grafiek weer op het scherm oproepen via $\boxed{2nd}$ [STAT PLOT].

- Voor de x-list kies je lijst L1. Voor de y-list kies je lijst L2 voor de kracht of lijst L6 voor de afstand tot de sensor.
- Het is mogelijk om twee plots samen op het scherm te plaatsen door Plot1 en Plot2 AAN te zetten.
- Druk \boxed{ZOOM} 9: StatPlot om de grafiek op het scherm te krijgen. Via de \boxed{TRACE} functie kan je de interessante meetpunten op het scherm opzoeken.

Dit cahier biedt uitgewerkte experimenten voor de lessen chemie en fysica in de derde graad. De werkbladen voor de leerlingen zijn opgebouwd volgens de OVUR-structuur zoals de leerplannen chemie en fysica voorschrijven.

De leerlingen maken gebruik van Verniersensoren en de TI-Nspire technologie of TI-84 Plus rekenmachine. Bij elk experiment is een leerkrachtenfiche met tips, oplossingen en uitbreidingen toegevoegd.

HANS BEKAERT is leerkracht fysica in VIA-ASO in Tienen. Hij maakt deel uit van de vakgroep didactische fysica van de Katholieke Hogeschool Limburg en is vrijwillig medewerker van de Universiteit Hasselt.

OLIVIER DOUVERE is leraar wetenschappen aan het Sint-Jozef Humaniora te 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.

augustus 2013