

T<sup>3</sup> VLAANDEREN

[www.t3vlaanderen.be](http://www.t3vlaanderen.be)

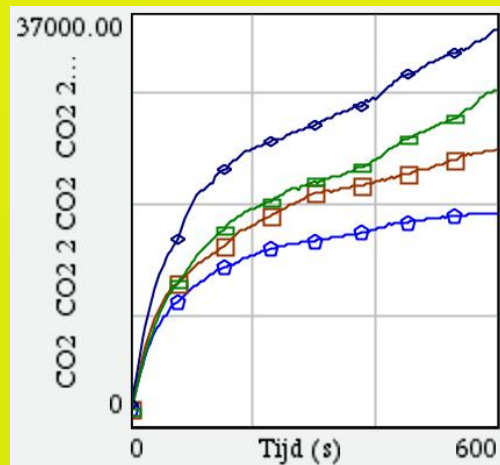
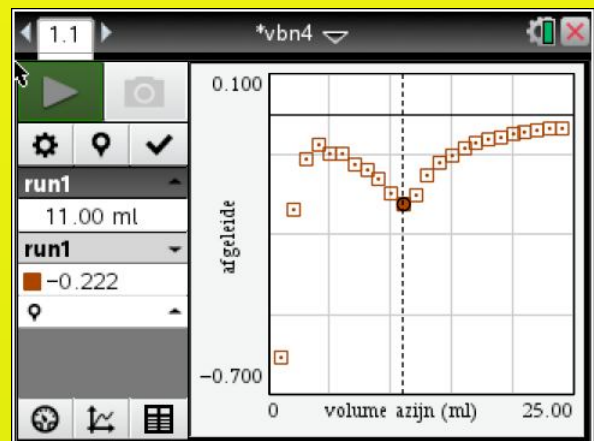
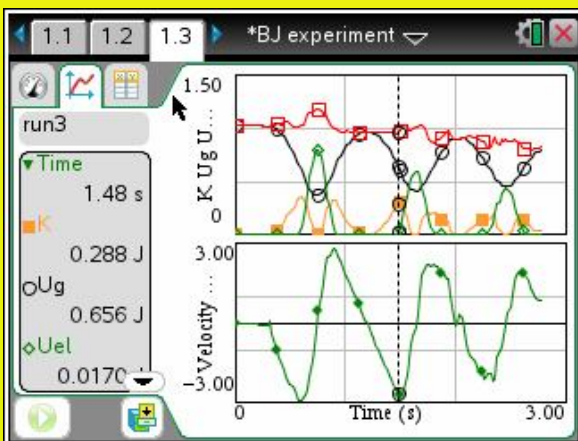
19 augustus 2014  
Vives-Kulab Campus Oostende



# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen

Onderzoekscompetenties Wetenschappen

Chemie, fysica en biologie met TI-Nspire technologie



KU LEUVEN

kulab

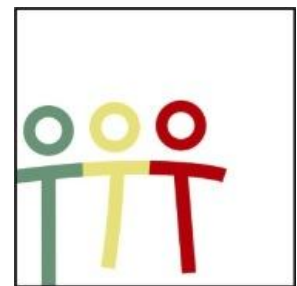


# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen Oostende

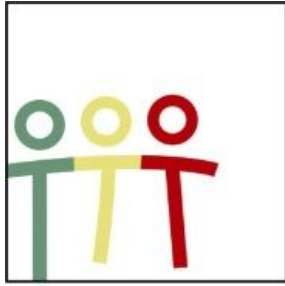
19 augustus 2014

## *Onderzoekscompetenties wetenschappen*

*Meten met sensoren en gebruik van  
TI-Nspire technologie in de lessen  
Chemie, fysica en biologie*



T<sup>3</sup> VLAANDEREN



**T<sup>3</sup> VLAANDEREN**

# Inhoud

## **Tijdschema en abstracts**

---

Tijdschema Wetenschapsdag 19 augustus 2014.....	1
Abstracts .....	2

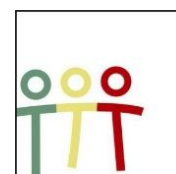
## **Plenaire lezing en Werkgroepen**

---

Onderzoeksproject fysica: meten aan periodieke verschijnselen .....	5
<i>Cathy Baars</i>	
Onderzoeksproject chemie: bakpoeder en azijn .....	29
<i>Olivier Douvere</i>	
Onderzoeksproject biologie: groeiomstandigheden bij gist .....	51
<i>Natalie Dirckx</i>	
Introductie tot het verzamelen van data met sensoren.....	79
Jürgen Schepers	

# Wetenschapsdag 19 augustus 2014

## Tijdschema



T<sup>3</sup> VLAANDEREN

8.30 – 9.15	Ontvangst en registratie in gebouw C, conferentielokaal
9.15 – 10.15 lokaal A01	Plenaire lezing door Cathy Baars
10.15 - 10.45 lokaal D201	Koffie & Infostand
10.45 – 12.15  lokaal D202  D203  D204  D205	Werkgroepkeuze:  Introductie tot het verzamelen van data met sensoren  Onderzoekscompetenties in de lessen chemie  Onderzoekscompetenties in de lessen biologie  Onderzoekscompetenties in de lessen fysica
12.15 – 13.30	Middagmaal & Strandwandeling
13.30 – 15.00  lokaal D203  D204  D205	Werkgroepkeuze:  Onderzoekscompetenties in de lessen chemie  Onderzoekscompetenties in de lessen biologie  Onderzoekscompetenties in de lessen fysica
15.00 – 15.30 lokaal D201	Koffie & Infostand
15.30-16.30  lokaal D205	Werkgroep:  Digitale didactiek voor wetenschappen met TI-Navigator
16.30 – 16.45  lokaal D205	Evaluatie en Sluiting

**Abstracts T<sup>3</sup> Vlaanderen Wetenschapsdag**  
**Dinsdag 19 augustus 2014**  
**Vives-Kulab Campus Oostende**

## **Plenaire lezing**

### ***Meten aan periodieke verschijnselen*** (Cathy Baars, Nederland)

De wetenschap zit vol met periodieke, zich herhalende verschijnselen. Denk daarbij aan bv. de trillende massa aan een veer, de hartslag of de stem. Tijdens deze plenaire lezing worden verschillende van deze processen onderzocht. Er wordt gekeken naar de energiebehoefte van het menselijk lichaam bij verschillende lichamelijke en geestelijke bezigheden. Het verschil tussen de A van een Hollander en een Vlaming wordt onderzocht. Daarnaast wordt de "massa aan een veer" gebruikt voor onderzoek naar energiebehoud, als model voor de bungee jumper en als dynamo.

Bij alle experimenten wordt aangegeven hoe deze experimenten kunnen worden uitgebreid tot volwaardige onderzoeken.

Tijdens de workshop fysica kunnen al deze experimenten zelf worden uitgevoerd.

## **Werkgroepen**

### *1 Introductie tot het verzamelen van data met sensoren* (Jürgen Schepers)

Wetenschappen is zoveel leuker wanneer er experimenten worden uitgevoerd. Als de leerlingen dankzij de verkregen data de theorie kunnen staven en beter verwerken, dan zijn experimenten zeker een meerwaarde.

In deze workshop leert u hoe u TI-Nspire technologie kunt gebruiken als meetinstrument bij wetenschappelijke experimenten in de verschillende lessen wetenschappen.

Volgende onderwerpen komen aan bod:

- leren meten met verschillende sensoren, o.a. ph, snelheid, versnelling, temperatuur, lichtsterkte ...,
- de grafiek van een meting maken,
- een database van een meting opstellen,
- kennismaking met verschillende interfaces,
- de verschillende verzamelmodi voor het meten komen aan de orde,
- kalibreren van sensoren,
- regressie,
- belangrijke punten en statistische getallen zoeken van de meting,
- een verslag leren maken van een experiment,
- interessant online lesmateriaal zoeken.

## 2 Onderzoeksproject chemie: bakpoeder en azijn (Olivier Douvere)

Het project kan worden gebruikt om te werken aan onderzoekscompetenties in de lessen chemie met behulp van TI technologie.

Tijdens de workshop wordt het onderzoeksproject in verband met bakpoeder en azijn voorgesteld. Het project bestaat uit een voorbereidende activiteit waarin de leerlingen vertrouwd raken met het meten met sensoren en het verwerken van de verzamelde data. Daarna stellen de leerlingen (onder begeleiding) onderzoeksvragen op in verband met bakpoeder en/of azijn. Met behulp van sensoren voeren ze vervolgens het onderzoek uit.

Volgende onderzoeksvragen kunnen aan bod komen:

Hoe kan je de grootste temperatuurverandering veroorzaken bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?

Wat is het kooktraject van azijn?

Wat gebeurt er met de pH-waarde van de oplossing als azijn met bakpoeder reageert?

Hoeveel milliliter azijn kan geneutraliseerd worden door 1,00 g bakpoeder?

Hoeveel bedraagt de enthalpieverandering bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?

Voldoet de reactie van bakpoeder en azijn aan de wet van Hess?

Welke factoren beïnvloeden de reactiesnelheid tussen bakpoeder en azijn?

...

De deelnemers gaan tijdens de workshop zelf aan de slag en voeren de onderzoeken onder begeleiding uit. Een deel van de experimenten is bruikbaar in de tweede graad en een ander deel in de derde graad. De getoonde voorbeelden kunnen zowel voor een TI-84 Plus als voor een TI-Nspire toestel worden gebruikt.

## 3 Onderzoeksproject fysica: periodieke verschijnselen (Cathy Baars)

Tijdens deze workshop kunnen alle experimenten die in de plenaire lezing aan bod zijn gekomen worden uitgevoerd. De rode draad door alle metingen is het periodieke karakter van de signalen die je meet.

Bij de experimenten wordt aangegeven hoe deze kunnen worden uitgebreid tot volwaardige onderzoeken.

## 4 Onderzoeksproject biologie: groeiomstandigheden bij gist (suiker en temperatuur) (Natalie Dirckx)

In dit onderzoeksproject zullen de leerlingen zelf een onderzoek opzetten om de groeiomstandigheden bij gist te onderzoeken. De leerlingen weten dat *Saccharomyces cerevisiae* groeit door suiker te ontleden met de vorming van energie. Daarna kunnen de leerlingen onderzoeksvragen opstellen om de groeiomstandigheden van bakkergist te bestuderen. De leerlingen zullen gegevens verzamelen en verwerken met sensoren en de TI-Nspire.



Onderzoeksvragen:

- Hoe zal de koolzuurgasproductie verlopen bij het samenbrengen van gist en de suikeroplossing?
- Bij welke temperatuur zal gist het best groeien?
- Bij welke suikerconcentratie zal gist het best groeien?
- Wat gebeurt er wanneer andere suikers als voedingsbron aan bakkersgist worden aangeboden?

Tijdens deze workshop zal u zelf onder begeleiding deze experimenten uitvoeren. De temperatuur- en CO<sub>2</sub>-sensor zullen in combinatie met de TI-Nspire worden gebruikt voor de gegevensmeting. Dit onderzoeksproject is in zijn geheel geschikt voor de derde graad, hoewel de afzonderlijke experimenten ook in de tweede graad kunnen worden toegepast.

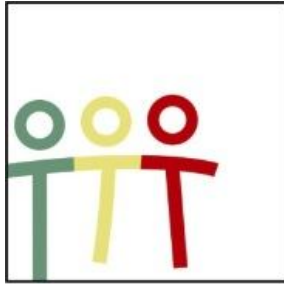
### *5 Digitale didactiek voor wetenschappen met TI-Navigator (Cathy Baars)*

Wat is digitale didactiek? Digitale didactiek is niet alleen een digitaal lesboek.

Wat is het dan nog meer?

In deze workshop laat ik een aantal mogelijkheden zien waarbij gebruik wordt gemaakt van het Navigatorsysteem om de didactiek te digitaliseren. Door snelle gegevensuitwisseling met de leerlingen kunnen de individuele (meet)gegevens meteen gebruikt, gecombineerd en verwerkt worden tot grafieken. Grafieken die direct ontstaan op het digibord zodra leerlingen hun gegevens insturen. Voorbeelden van lessituaties die hier gebruik van maken, worden gepresenteerd en uitgevoerd.





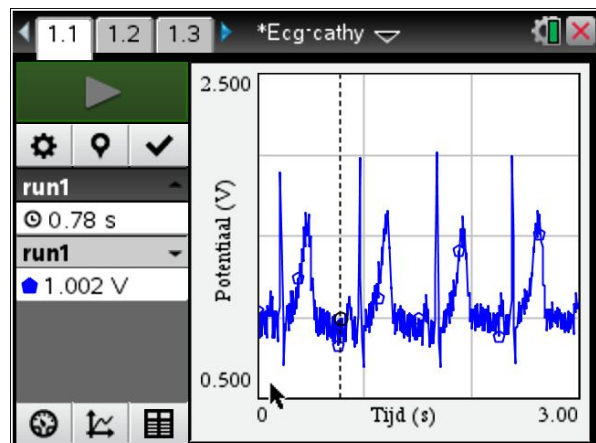
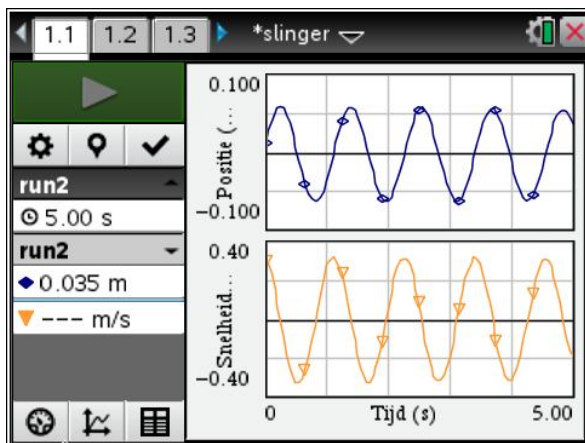
T<sup>3</sup> VLAANDEREN

# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen Oostende

19 augustus 2014

## Onderzoeksproject fysica Meten aan periodieke verschijnselen

*Cathy Baars*



## Inhoudsopgave

<b>Slinger</b> .....	8
1.1 Doel.....	8
1.2 Benodigdheden .....	8
1.3 Uitvoering.....	8
<b>Slinger(2)</b> .....	10
<b>Spraak</b> .....	11
1.1 Doel.....	11
1.2 Benodigdheden .....	11
1.3 Uitvoering.....	11
<b>Induction voltage</b> .....	13
1. Teacher information .....	13
1.1 Summary.....	13
1.2 Description of the experiment.....	13
1.3 Equipment needed .....	14
1.4 Suggestions for further research .....	14
2. Student material .....	15
2.1 Introduction .....	15
2.2 Target of the experiment .....	15
2.3 Experimental setup.....	15
2.4 Questions.....	15
3. Answer Sheet.....	17
<b>Bungee jumper</b> .....	19
1. Bungee jumper model .....	19
1.1 Doel.....	19
1.2 Benodigdheden .....	19
1.3 Uitvoering.....	19
2. Bungee jumper (experiment) .....	20
2.1 Doel.....	20
2.2 Benodigdheden .....	20
2.3 Uitvoering.....	20
<b>Energieverbruik bij lichamelijke en mentale processen</b> .....	22
1. Docentenmateriaal .....	22
1.1 Introductie .....	22
1.2 Algemene informatie .....	22
1.3 Werkwijze en benodigdheden.....	22

1.4	Resultaten .....	23
1.5	Vervolgonderzoek .....	23
2.	Leerlingenmateriaal.....	24
2.1	Introductie .....	24
2.2	Benodigdheden en instellingen.....	24
2.3	Experiment.....	24
2.4	Uitwerking .....	25
	<b>Consumentenonderzoek.....</b>	<b>27</b>
1.	Achtergrond informatie .....	27
2.	Opdrachten (theorie voor thuis) .....	27
3.	Opdrachten (meten op school) .....	28
4.	Verwerking van de metingen van alle leerlingen.....	28
5.	Verslaglegging .....	28

# Slinger

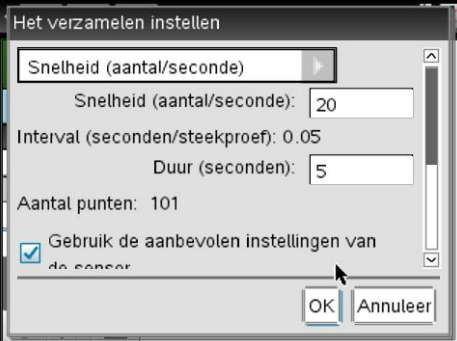
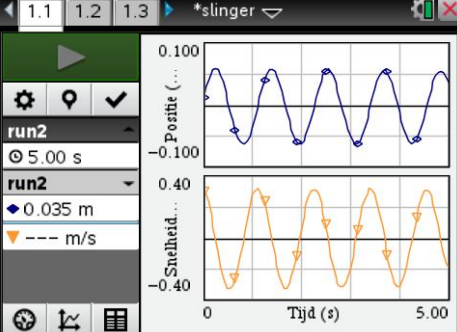
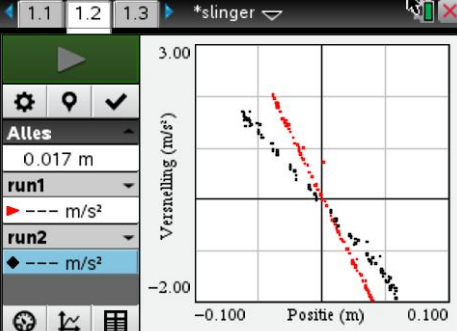
## 1.1 Doel

Het bepalen van het verband tussen trillingstijd en lengte van de slinger.

## 1.2 Benodigdheden

1. Slinger (met bal)
2. rolmaat
3. CBR
4. Rekenmachine

## 1.3 Uitvoering

<ul style="list-style-type: none"><li>• Sluit de CBR aan op de rekenmachine</li><li>• Bouw de opstelling van de foto</li><li>• Stel het data verzamelen in via experiment, het verzamelen instellen, snelheid 20 /s en duur 5 s</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hang de slinger stil, en stel de CBR op nul</li><li>• Laat de slinger slingeren en start de meting. De metingen moeten eruit zien zoals hiernaast</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Verander de onderste grafiek in een (a,t) diagram</li><li>• Wat voor een verband voorspel je tussen a en u (uitwijking)?</li></ul>	

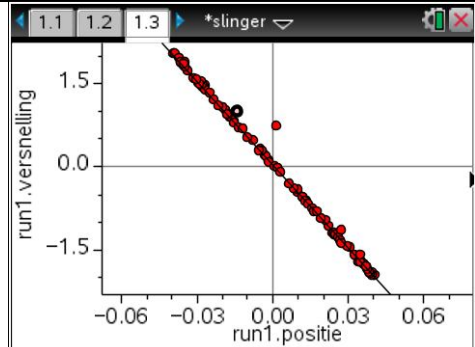
- Afhankelijk van wiskundige vaardigheden:
- Toon algebraïsch aan dat geldt:

$$\mathbf{a}(t) := \frac{-4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot \mathbf{u}(t)$$

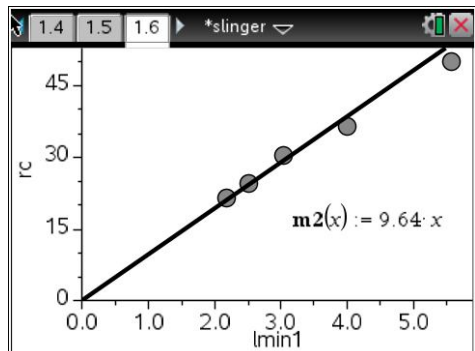
Of

- Controleer voor 2 punten uit je metingen dat bovenstaande formule klopt, bepaal daartoe eerst T.

- Maak een (a,u) diagram in gegevensverwerking & statistiek
- Waaraan is de richtingscoëfficiënt (rico) gelijk?
- Hoe verandert de rico als de slingerlengte verandert? Controleer door de meting uit te voeren!



- Bepaal voor verschillende lengtes de rico uit het (a,u) diagram
- Leidt het verband af tussen de rico en de lengte (voer indien nodig een coördinatentransformatie uit)
- Wat is de rico van deze lijn?
- Leidt het verband af tussen de trillingstijd en de lengte van de slinger



# Slinger(2)

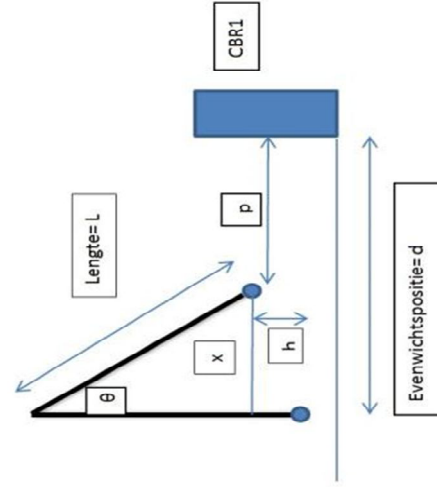
## Trillingsenergie

### Trillingsenergie

$$u(t) = a \cdot \sin(b \cdot t + c) + d$$

$$= A \cdot \sin(2 \cdot \pi / T \cdot t + c) + d$$

De waarden van a, b, c en d kun je in de rekenmachine opvragen met stat.a, stat.b, stat.c en stat.d



Stappen:

- Bepaal met "passende kromme, sinussoïde" het beste verband tussen uitwijking en tijd  $T := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L/g}$
- Wat betekenen a, b, c en d ?
- Welk van de symbolen is de amplitude, de trillingstijd T, de evenwichtsstand ?
- Bereken de trillingstijd?
- Bereken de lengte van de slinger L
- Toon aan dat de hoogte h te berekenen is met:  $h = L - \sqrt{L^2 - (d-p)^2}$
- Maak een nieuwe kolom aan voor de hoogte h
- Bereken Epot en Ekin, m=1,0 kg
- Bereken Etot
- Teken in één grafiek Epot, Ekin en Etot
- Formuleer een formule voor de trillingsenergie (bedenk dat in de evenwichtsstand Epot = 0 maar Ekin is maximaal)
- Bereken de Trillingsenergie en vergelijk deze met Etot
- Geldt er behoud van energie?

Bereken de gegevens:

menu, gegevens, nieuwe berekende kolom

Eén diagram met meer grafieken:

menu, grafiek, weergeven, alleen grafiek 1 menu, grafiek, selecteer y-as kolom, meer

# Spraak


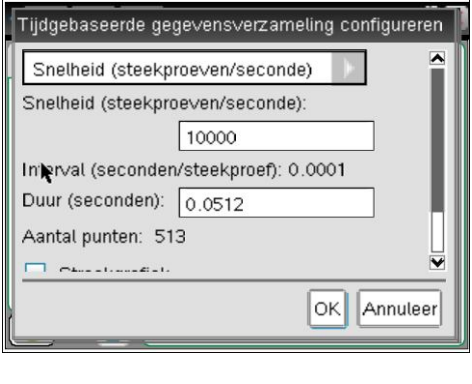
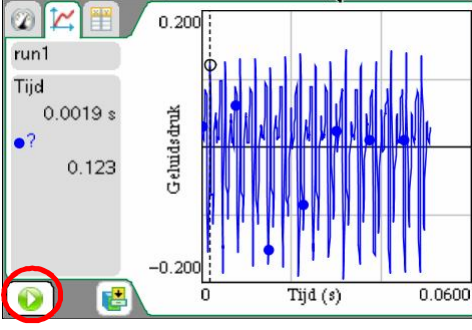
## 1.1 Doel

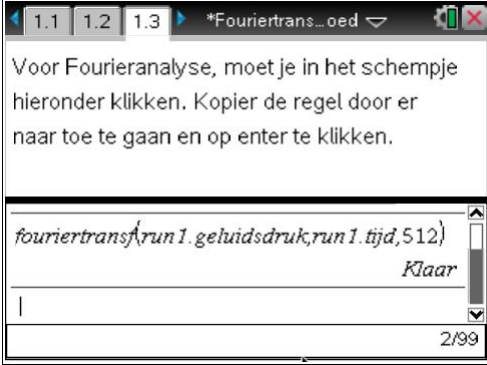
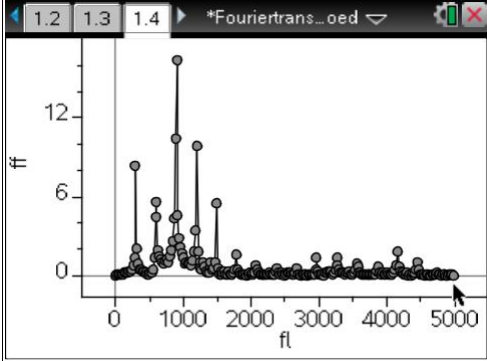
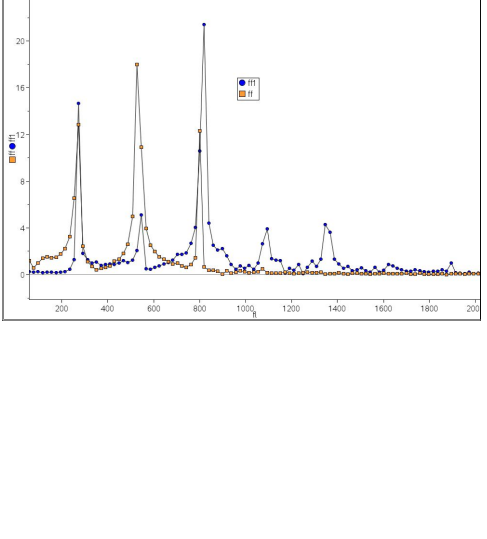
Bepalen van de boventonen van klinkers

## 1.2 Benodigheden

5. Microfoon
6. labcradle
7. nspire
8. Spraak.tns

## 1.3 Uitvoering

<ul style="list-style-type: none"><li>• Sluit de cradle aan op de rekenmachine</li><li>• Sluit de microfoon aan op de cradle</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stel het data verzamelen in via experiment, het verzamelen instellen, snelheid 10000 /s en 0.0512 s</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Het meten wordt gestart door op de witte pijl in het groene rondje te klikken. Maak eerst de klank en druk dan pas op het knopje.</li></ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Om een Fouriertransformatie uit te voeren op dit signaal, moet je de opdracht geven voor Fouriertransformatie. Die opdracht staat al voor gedefinieerd. Ga met de pijltjes toetsen naar die regel, hij wordt dan blauw. Druk op enter, en hij wordt gekopieerd naar de actieve regel en nog een keer enter zorgt ervoor dat hij wordt uitgevoerd.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Op de volgende pagina verschijnt dan het spectrum van de klank die je hebt voortgebracht.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verder onderzoek is mogelijk door spectra van verschillende klanken over elkaar heen te leggen.</li> <li>Gebruik dan niet de functie <b>fouriertrans</b> maar <b>fouriertrans2</b>. Deze functie slaat de resultaten op in ff2.</li> </ul> <p>Slotopdracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Persoon A zegt een klinker en bepaalt hiervan het spectrum (in ff). Persoon mag dit niet horen.</li> <li>Persoon B probeert de klinker te bepalen door steeds een klinker te zeggen, spectrum te bepalen (ff2) en deze te vergelijken met het spectrum van persoon A.</li> </ul>	



# Induction voltage

## Related to flux?

### 1. Teacher information

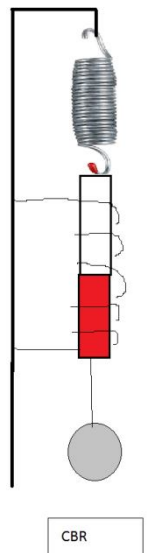
#### 1.1 Summary

In this experiment students investigate the relationship between induced voltage and the movement of a magnet. A magnet is mounted to a spring and a ball. The magnet is surrounded by a coil. The induced voltage is measured with a voltage probe, and the distance to the ball is measured by a CBR. The students investigate the relation between position and induced voltage and velocity and induced voltage. Goal of this experiment is to show that induced voltage is related to the rate of flux change and not to the flux itself.

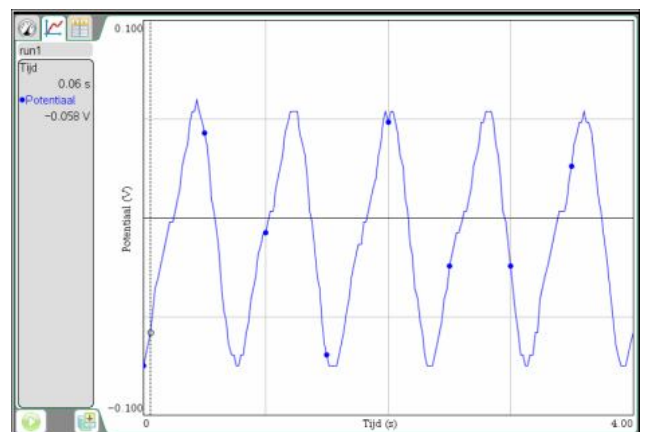


#### 1.2 Description of the experiment

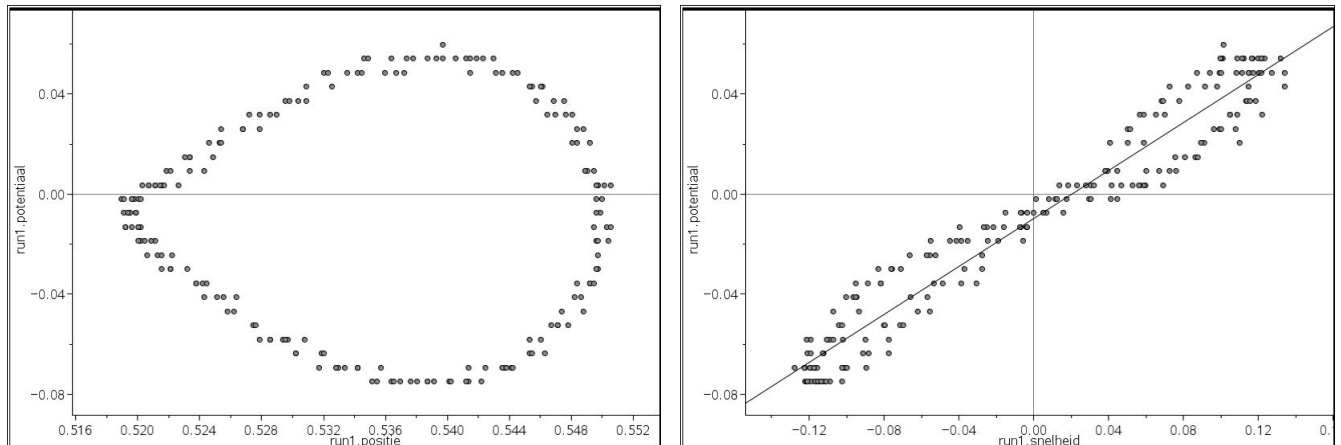
For students it is hard to understand that the induced voltage is related to the rate of flux change. Often they think that it is related to flux instead of rate of flux change. Therefore this experiment is designed to let them investigate the induced voltage. The student looks at the relationship of flux and distance (without moving). To investigate the relationship of induced voltage to the velocity, the experimental setup shown by the pictures and drawings is made.



A spring is mounted to a stand. Underneath the spring the magnet is connected. The magnet is surrounded by a coil. Below the magnet a ball is connected to the magnet with a string. Tape is used to put them together. The voltage probe is connected to the coil, and the CBR is positioned below the ball. The voltage probe and the CBR are connected to the lab cradle. Using DataQuest in the TI-nspire calculators the relationships between distance and voltage, and velocity and voltage are investigated. The position of the coil with respect to the magnet is very important to measure an acceptable potential. With a coil of 600 turns and a normal magnet it must be possible to obtain the measured potential as shown in the figure.



With the DataQuest software it is possible to relate the induced voltage to position or velocity of the ball (and the magnet). This gives the figures on the below.



### 1.3 Equipment needed

To carry out this experiment the following equipment is needed:

- Magnet
- Coil
- Stand
- Spring
- Ball
- Lineal
- CBR
- Voltage probe (instrumental amplifier)
- Lab cradle and Nspire calculator.

### 1.4 Suggestions for further research

The students can use the experimental setup for additional experiments:

- How does the coil influence the motion of the magnet compared with the free moving magnet (without a coil)?
- Does the resistance of the connected resistor influence the motion of the magnet?
- What means the relationship in the (Uind,v) diagram?
- Does the number of turns influence the maximum induced voltage? How?
- Does the maximum amplitude influence the induced voltage?
- Is there a relation between electric energy and potential/kinetic energy ?
- Investigate the relationship between distance and magnetic field. Calculate the flux (difficult), and try to relate flux, rate of rate of change of flux to induced voltage.

## 2. Student material

### 2.1 Introduction

In this experiment you are going to investigate factors affecting the induced voltage. Is it to the flux or to the rate of flux change? With a CBR, a magnet, a coil and a spring you are going to measure the induced voltage across the coil. The measurements from the CBR are used to relate the induced voltage to position and velocity.

### 2.2 Target of the experiment

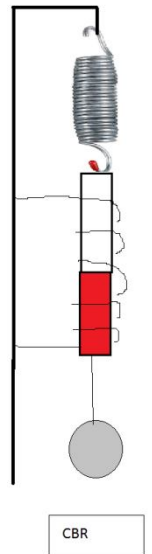
Finding the relationship between induced voltage, position and velocity.

### 2.3 Experimental setup

For this experiment the following experimental setup is needed:



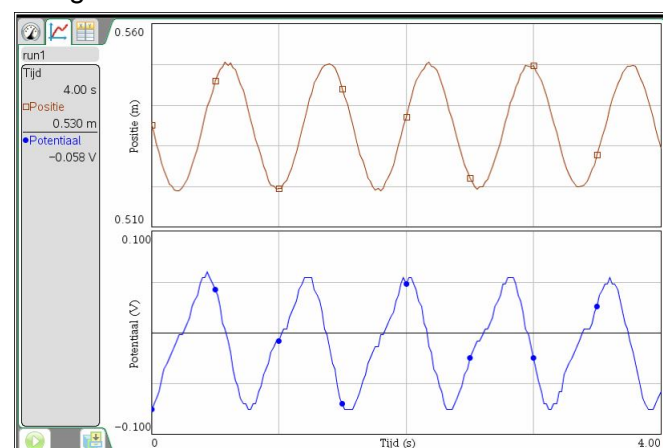
A spring is mounted to a stand. Underneath the spring the magnet is connected. The magnet is surrounded by a coil. Below the magnet a ball is connected to the magnet with a string. Tape is used to put them together. The voltage probe is connected to the coil, and the CBR is positioned below the ball. The voltage probe and the CBR are connected to the lab cradle. Make sure



the distance between CBR and the ball is at least 50 cm. The position of the coil is at the end of the magnet. Try a few positions and look to the graph to find the best position of the coil and the magnet.

### 2.4 Questions

1. How does the magnetic field of a magnet change with distance?
2. How is the flux calculated?
3. How does the flux through a coil changes with distance? Which quantities stays the same, which change?
4. Connect the voltage probe to the ends of the coil, and measure the voltage for different distances between magnet and coil. Use the meter view. Note these values in the table at the right.
5. What is the relation between distance and induced voltage? And therefore what is the relationship between flux and induced voltage?
6. Which conclusions are correct?
  - a. For every distance the induced voltage is zero
  - b. There is no relationship between distance and induced voltage
  - c. Flux increases when distance increases
  - d. Induced voltage increases when distance increases.


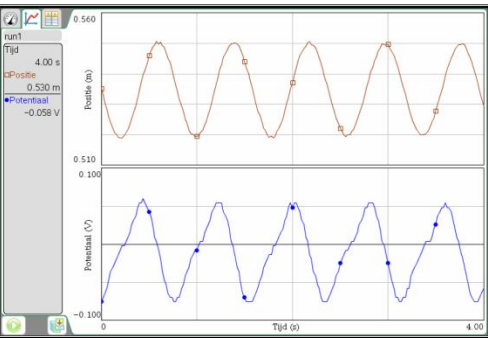
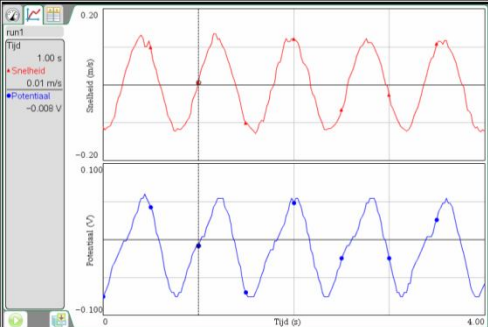


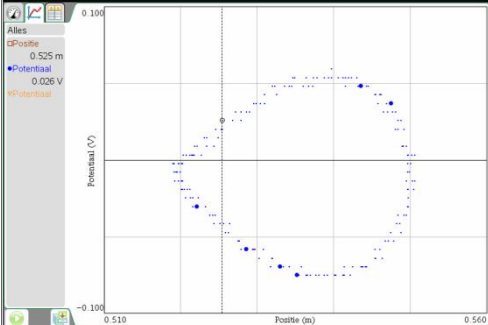
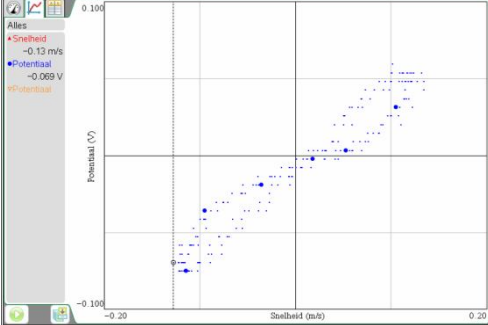
7. Build the experimental setup from paragraph 3.3
8. Setup DataQuest to measure for 4 seconds with a sample frequency of 50 Hz.
9. Pull the ball a few centimetres down and measure the position and voltage. A graph like the graph at the right should appear.
10. Compare both graphs, answer the following questions:
  - a. What similarities have both graphs
  - b. What are the differences between both graphs
  - c. Do the maxima and minima occur at the same time? If not, why not?
11. Change the y-axis of the first graph to velocity instead of position, answer the following questions:
  - a. What similarities have both graphs
  - b. What are the differences between both graphs
  - c. Do the maxima and minima occur at the same time? If not, why not?
12. Make a graph of the position (x-axis) against the potential.
13. Is there a relationship between position and potential (the induced voltage)?
14. Make a new graph with the velocity (x-axis) against the potential.
15. Is there a relationship between velocity and potential?

Flux is related to distance and therefore to position. This means that rate of flux change is related to velocity.

16. Which conclusions are correct:
  - a. A larger flux gives a larger induced voltage
  - b. A increasing flux gives an induced voltage
  - c. A decreasing flux gives an induced voltage
  - d. A small distance to the coil gives induced voltage
  - e. A stronger increasing flux gives a higher induced voltage
17. Complete the following sentence. Use these words: flux, change, rate, voltage  
 The larger the \_\_\_\_\_ of \_\_\_\_\_, the larger the induced \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 3. Answer Sheet

Question	Answers
1	The Magnetic field decreases with distance.
2	$\Phi = B \cdot A$ , Flux is calculated as the product of Magnetic field times cross sectional area. Only the magnetic field component at right angles to the area is considered.
3	The flux decreases with distance because the magnetic field decreases with distance.
4	The induced voltage is zero for all distances.
5	There is no relationship. For all distances the induced voltage is zero.
6	A, B, (D questionable, if the measurements are done while moving then correct, otherwise incorrect).
8	
9	
10	<p>The period of both graphs is the same,  The positions of the maxima and minima are different  The shape is not exactly the same  The maxima of the upper graph is at the points of equilibrium of the lower graph and vice versa.</p>
11	 <p>The period of both graphs is the same  The shape is different  The maxima and minima are now almost at the same point in time.  The equilibria of both graphs are at the same points.</p>

12	 <p>The graph shows Potential (V) on the y-axis (ranging from -0.100 to 0.100) and Position (m) on the x-axis (ranging from 0.510 to 0.560). The data points form a circular path. The legend indicates: Alles, Position: 0.525 m, Potential: 0.026 V.</p>	
13	No linear relationship. Due to the harmonic motion a “circular” relationship arises.	
14	 <p>The graph shows Potential (V) on the y-axis (ranging from -0.100 to 0.100) and Velocity (m/s) on the x-axis (ranging from -0.20 to 0.20). The data points form a linear relationship. The legend indicates: Alles, Velocity: -0.13 m/s, Potential: -0.069 V.</p>	
15	Velocity and induced potential look linearly related	
16	B (while increasing ...) C (while decreasing), E	
17	The larger the <b>rate of rate of change of flux</b> , the larger the <b>induced voltage</b>	

# Bungee jumper<sup>1</sup>

## 1. Bungee jumper model

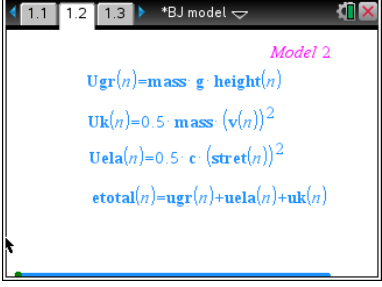
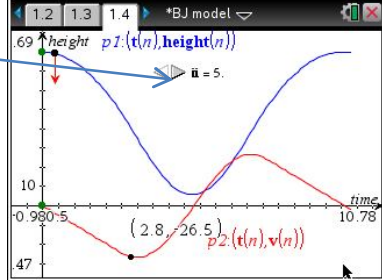
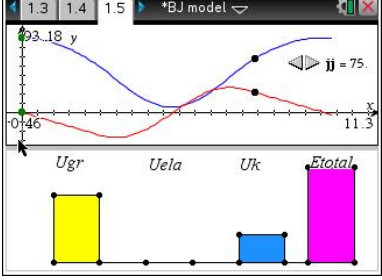
### 1.1 Doel

- Relatie tussen  $E_z$ ,  $E_k$ ,  $E_v$  tijdens het bungee jumpen
- Krachten op een bungee jumper tijdens het springen

### 1.2 Benodigdheden

- Nspire
- Bungee Jumper model.tns

### 1.3 Uitvoering

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open het bestand BJ model.tns</li> <li>• Bekijk de modelregels en verklaar ze</li> <li>• Op de volgende bladzijde staan de regels voor de energieën.</li> <li>• Het model is gemaakt in Engels:           <math display="block">E_z = U_{gr}</math> <math display="block">E_k = U_k</math> <math display="block">E_v = U_{ela}</math> <math display="block">E_{tot} = e_{tot}</math> </li> <li>• Op pagina 1.3 staan de beginvoorwaarden</li> <li>• Op pagina 1.4 staat het <math>(h,t)</math>, <math>(v,t)</math> en de energieën.</li> <li>• Op de volgende pagina's staan <math>(u,t)</math> en <math>(F,t)</math> diagramman</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druk (op pagina 1.4) op de pijltjes, hiermee kun je het model doorlopen (n moet een geheel getal zijn!). Je kunt ook een waarde invoeren. Bekijk de krachten die op de bungee jumper werken. Verklaar wat je ziet.           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verklaar waarom het <math>(v,t)</math> diagram eerst een rechte lijn is, en daarna afbuigt?</li> <li>○ Wat geldt er voor de krachten als de snelheid maximaal is?</li> <li>○ Op welk moment is de veerkracht maximaal?</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schets de <math>(E, h)</math> diagrammen van alle energieën die een rol spelen tijdens het bungee jumpen. Bekijk daarvoor pagina 1.4</li> <li>• Geef in je grafiek aan op welk moment:           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De nettokracht gelijk is aan 0 N</li> <li>○ De veerkracht maximaal is</li> <li>○ De snelheid maximaal is</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kijk op pagina 1.6 voor de energiediagrammen, wijzig deze in <math>(E,h)</math> diagrammen. Vergelijk ze met de geschetste diagrammen. Lever commentaar en verklaar de verschillen.</li> </ul>	

<sup>1</sup> Uitgebreid lesmateriaal over de bungee jumper is op te vragen via Cathy.Baars@quicknet.nl

## 2. Bungee jumper (experiment)

### 2.1 Doel


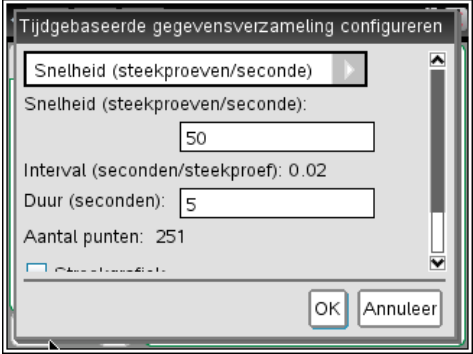
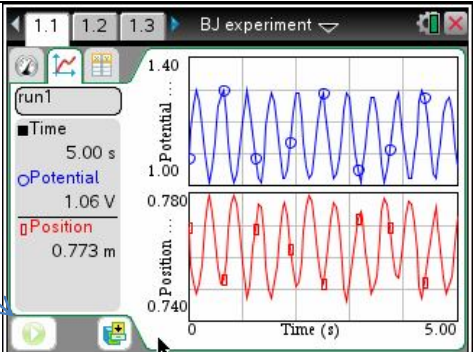
- Metingen verrichten aan een bal die dienst doet als bungee jumper
- Model van een bungee jumper fitten op de metingen

### 2.2 Benodigheden

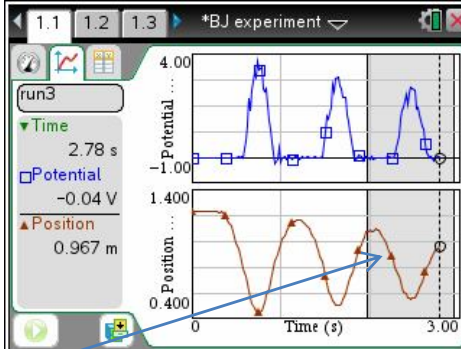
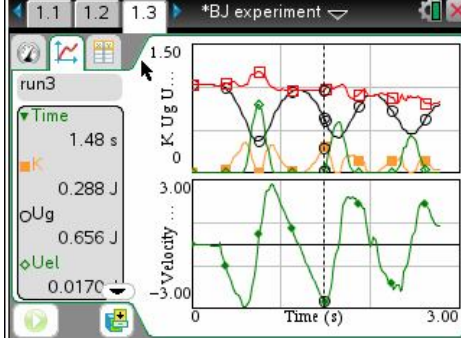
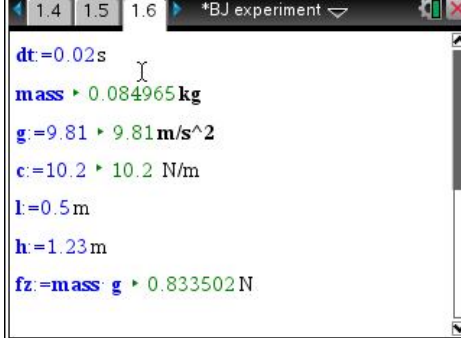
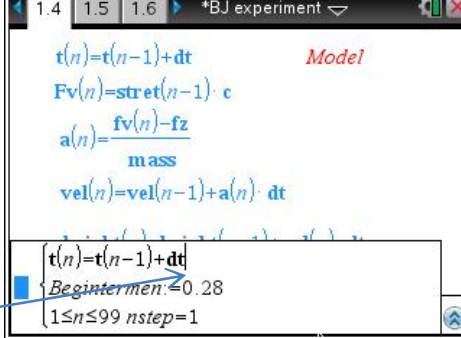
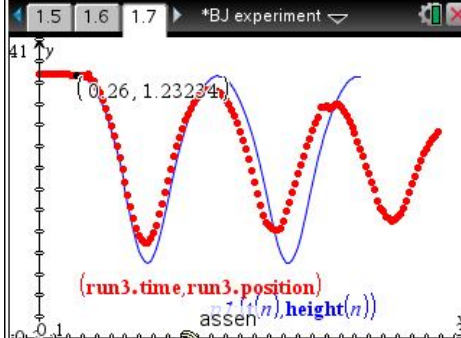
- Nspire met BJ experiment
- CBR
- Optioneel krachtsensor
- Veer of elastiek, touwtje, bal en statief
- Labcradle

Zorg dat de rekenmachine staat ingesteld op Engels en niet Nederlands!

### 2.3 Uitvoering

<ul style="list-style-type: none"><li>• Open het bestand BJ experiment</li><li>• Bevestig de veer (of elastiek) aan het statief (via de krachtsensor indien aanwezig). Maak aan de veer een touwtje en bevestig de bal aan het touwtje.</li><li>• Leg de CBR onder de bal en sluit deze aan op de Nspire met labcradle. Zorg voor een behoorlijke afstand tussen CBR en bal. Als de bal wordt laten vallen, dan moet hij minimaal 20 cm van de CBR afblijven.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stel de snelheid op 20 /seconde, en de duur in op 5 seconde (menu, experiment, het verzamelen instellen)</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Laat de bal zachtjes op en neer bewegen en start een meting door op de witte pijl in de groene cirkel te klikken. De metingen moeten er dan uitzien als hiernaast.</li><li>• Sla de metingen op in run1.</li></ul>	



<ul style="list-style-type: none"> <li>Houd vervolgens de bal bij de veer, start de meting opnieuw en laat de bal los zodra de CBR begint te "tikken". Metingen als hiernaast zijn mogelijk (na enig oefenen). Deze metingen moeten in run2 staan.</li> <li>Op pagina 1.2 worden een aantal belangrijke constanten berekend. (<math>m := 96.6</math> gr) Bekijk de berekeningen en verklaar. Metingen kunnen worden doorgestreept via: menu, gegevens, doorstrepen, binnen of buitengeselecteerde regio. Selecteer eerst het gebied. Klik en sleep over het gebied om het te selecteren.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Op pagina 1.3 staan de energie diagrammen zoals deze zijn bepaald uit de metingen Het model is gemaakt in het Engels: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E_z = U_{gr}</math></li> <li><math>E_k = U_k</math></li> <li><math>E_v = U_{ela}</math></li> <li><math>E_{tot} = e_{tot}</math></li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Op pagina 1.4 en 1.5 staat het model (zie ook Bungee jumper energie). Hiervoor gelden eigen beginvoorwaarden. Deze worden genoemd op pagina 1.6. Neem de waarden over van pagina 1.2.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Op de laatste pagina staan de modelresultaten en de metingen. (run2).</li> <li>De zwarte stip kan worden verplaatst over e metingen om het echte beginpunt te bepalen. Het eerste getal geeft de werkelijke start van de val, het tweede getal geeft de beginhoogte. De beginhoogte kan worden aangepast op pagina 1.6 bij h, en de begintijd kan worden aangepast door op pagina 1.4 dubbel te klikken op de bovenste modelregel. Hier kan dan het begintijdstip worden ingevoerd.</li> <li>Vergelijk het model met de metingen. Verklaar de verschillen.</li> <li>Probeer het model beter te fitten op de metingen door b.v. c of de massa aan te passen.</li> </ul>	 

# Energieverbruik bij lichamelijke en mentale processen

## Hoeveel energie kost zitten, lopen, rekenen?

### 1. Docentenmateriaal

#### 1.1 Introductie

In dit lesmateriaal wordt aangenomen dat de energiebehoefte te meten is met behulp van de hartslag van een persoon. Hoe groter de energiebehoefte, hoe hoger de hartslag. De leerlingen onderzoeken het verband tussen de activiteit (liggen, zitten, lopen, rennen en traplopen) en de hartslag. Daarna wordt de hartslag gemeten bij verschillende mentale opdrachten (vermenigvuldigingen van verschillende moeilijkheidsgraad).

#### 1.2 Algemene informatie

Als basishartslag wordt de hartslag genomen van een persoon die 5 minuten ligt. Bij alle activiteiten moet de persoon 2 minuten de activiteit uitvoeren, daarna wordt het ECG gemeten en daarmee de hartslag bepaald. Deze wordt gekoppeld aan de activiteit.

#### 1.3 Werkwijze en benodigdheden

Voor dit experiment heb je nodig:

- ECG (EKG)
- Labcradle of EasyLink
- Nspire rekenmachine
- Little Professor.tns
- De meetinstellingen zijn: 100 Hz gedurende 3 seconde



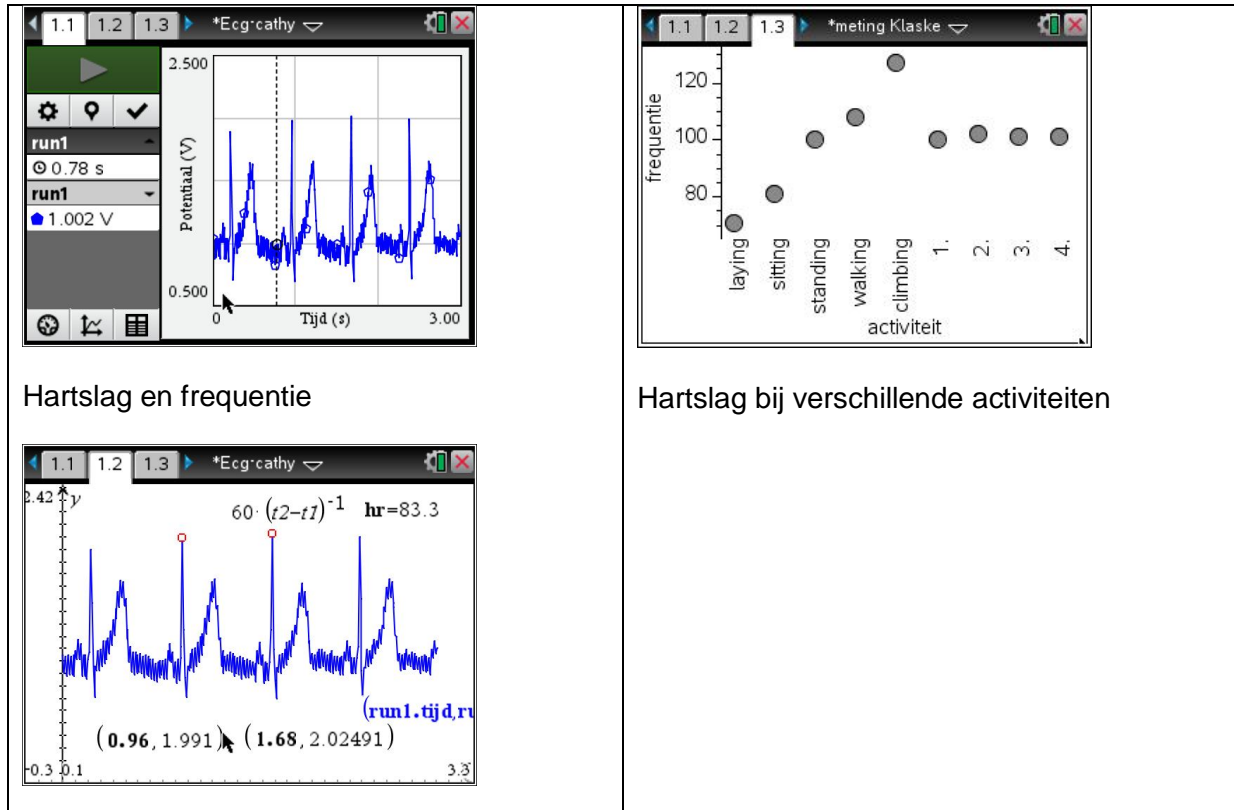
Sluit de ECG aan op de cradle of EasyLink. Sluit deze vervolgens aan op de rekenmachine. Laat de proefpersoon rustig gaan liggen op de grond of de tafel. Sluit de sensor volgens de handleiding aan op de proefpersoon. Zorg er voor dat de proefpersoon geheel tot rust komt. Meet het ECG van de proefpersoon. Bepaal de hartfrequentie. Dit is het nul niveau van energieverbruik.

Vervolgens gaat de proefpersoon zitten, staan, lopen, rennen en een trap op lopen. Al deze activiteiten voert de proefpersoon 2 minuten uit, daarna wordt het ECG en de hartslag gemeten. Zorg er voor dat daadwerkelijk de hartslag gemeten wordt bij de activiteit. Bijvoorbeeld bij het zitten. Het moet de hartslag zijn van het zitten. Niet van het gaan zitten. Mogelijk moet de activiteit langer dan 2 minuten worden uitgevoerd. Deze metingen kunnen in een grafiek worden verwerkt.

Met behulp van een programma op de rekenmachine kan nu gekeken worden naar het energieverbruik bij wiskundige bezigheden. Het programma "little Professor" kan op 4 verschillende niveaus vermenigvuldigingen opgeven. Een proefpersoon doet dit gedurende 2 minuten, daarna wordt het ECG en de hartslag gemeten. Ook deze metingen neemt de leerling op in het diagram.

## 1.4 Resultaten

Bij een proefpersoon van 10 jaar zijn de metingen uitgevoerd. De resultaten staan hieronder:



Hartslag en frequentie

Hartslag bij verschillende activiteiten

## 1.5 Vervolgonderzoek

Mogelijke uitbreidingen van het onderzoek zijn:

- Is er verschil in energieverbruik bij optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen?
- Is er verschil in energieverbruik wanneer er stress is?
- Is er verschil in energieverbruik na training?
- Is er verschil in energieverbruik op verschillende tijden van de dag?
- Wordt het verschil in hartslag bij de verschillende activiteiten beïnvloed door training?
- Wat is het verschil tussen proefpersonen?

## 2. Leerlingenmateriaal

### 2.1 Introductie

Leven kost energie. Elke beweging die je uitvoert, kost energie. Alles wat je denkt, kost energie. Maar hoeveel?

In dit practicum ga je onderzoeken wat de onderlinge verhouding is tussen het energieverbruik bij activiteiten als zitten, lopen en staan, maar ook voor rekenen op verschillende niveaus. Hierbij wordt aangenomen dat je hartslag een maat is voor het energieverbruik van je lichaam. Om dit te meten gebruiken we een ECG-sensor die je aansluit op je rekenmachine (met Labcradle of EasyLink). De verschillende rekenopdrachten krijg je via het programma "little Professor", dat draait op je Nspire rekenmachine. Je werkt minimaal in tweetallen. Eén persoon is de proefpersoon, en deze moet zo min mogelijk doen (behalve de opdrachten). De proefpersoon moet nu rustig gaan liggen, en zich volledig ontspannen en nergens mee bemoeien.

### 2.2 Benodigheden en instellingen

Voor dit experiment heb je nodig:

- ECG sensor
- Labcradle of EasyLink
- Nspire rekenmachine
- Sluit de ECG aan op de cradle of EasyLink. Sluit deze vervolgens aan op de rekenmachine. Laat de proefpersoon rustig gaan liggen op de grond of de tafel. Sluit de sensor aan volgens de handleiding van de ECG. Open het bestand ECG.tns. Hiermee kun je een ECG meten, op de tweede pagina staat het ECG nogmaals afgebeeld, maar met behulp van de open bolletjes kun je nu precies één hartslag selecteren. De frequentie wordt meteen berekend.

### 2.3 Experiment

Stel het verzamelen in op 100 Hz gedurende 3 seconde.

Zorg er voor dat de proefpersoon geheel tot rust is gekomen.

- 1) Bepaal de hartfrequentie van de proefpersoon. Meet hiertoe eerst het ECG en bepaal met pagina 1.2 de hartfrequentie.

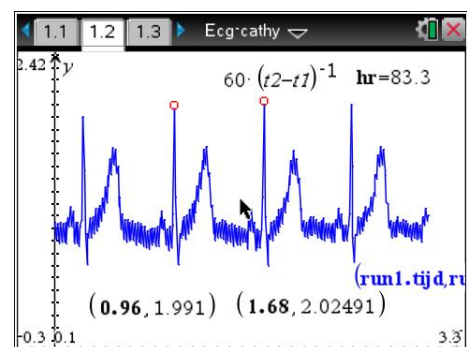
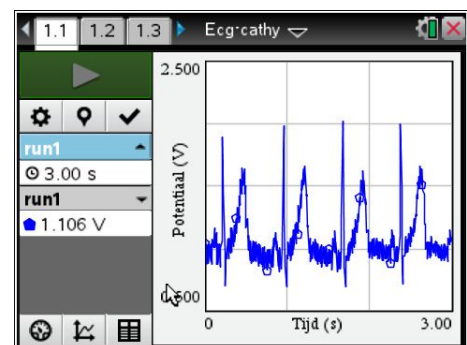
Gemiddelde hartslag \_\_\_\_\_

Dit is het nulniveau van deze proefpersoon.

- 2) Meet de gemiddelde hartslag bij de activiteiten die in de onderstaande tabel staan. Zorg er voor dat je echt de hartslag van de activiteit meet. Dus als iemand vanuit liggende positie gaat zitten. Zorg dan dat je de hartslag meet van het zitten en niet van het gaan zitten. Volg daarom steeds de volgende stappen:

Laat de proefpersoon van activiteit veranderen. Laat hem of haar de activiteit gedurende 2 minuten uitvoeren. Meet dan het ECG en bepaal dan de hartfrequentie.

De waarden kunnen opgeslagen worden met  $\bar{u}$  en staan dan in de tabel op de volgende bladzijde.



Activiteit	hartslag (bpm)
Liggen	
Zitten	
Staan	
Lopen	
Rennen	
Traplopen	

- 3) Laat de proefpersoon gaan zitten op een stoel, en geef hem of haar 5 minuten rust, tot dat de hartslag weer gedaald is tot het niveau uit de tabel. Geef de proefpersoon dan een rekenmachine met het programma "Little Professor". Dit programma geeft rekensommen op. Je kunt kiezen uit: optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen. Kies vermenigvuldigen (soort 3). Begin bij moeilijkheidsgraad 1. Laat de proefpersoon gedurende 2 minuten sommen uitrekenen, en bepaal de hartfrequentie. Vul de tabel in op de volgende bladzijde. Wijzig vervolgens de moeilijkheidsgraad naar 2 en herhaal de werkwijze.

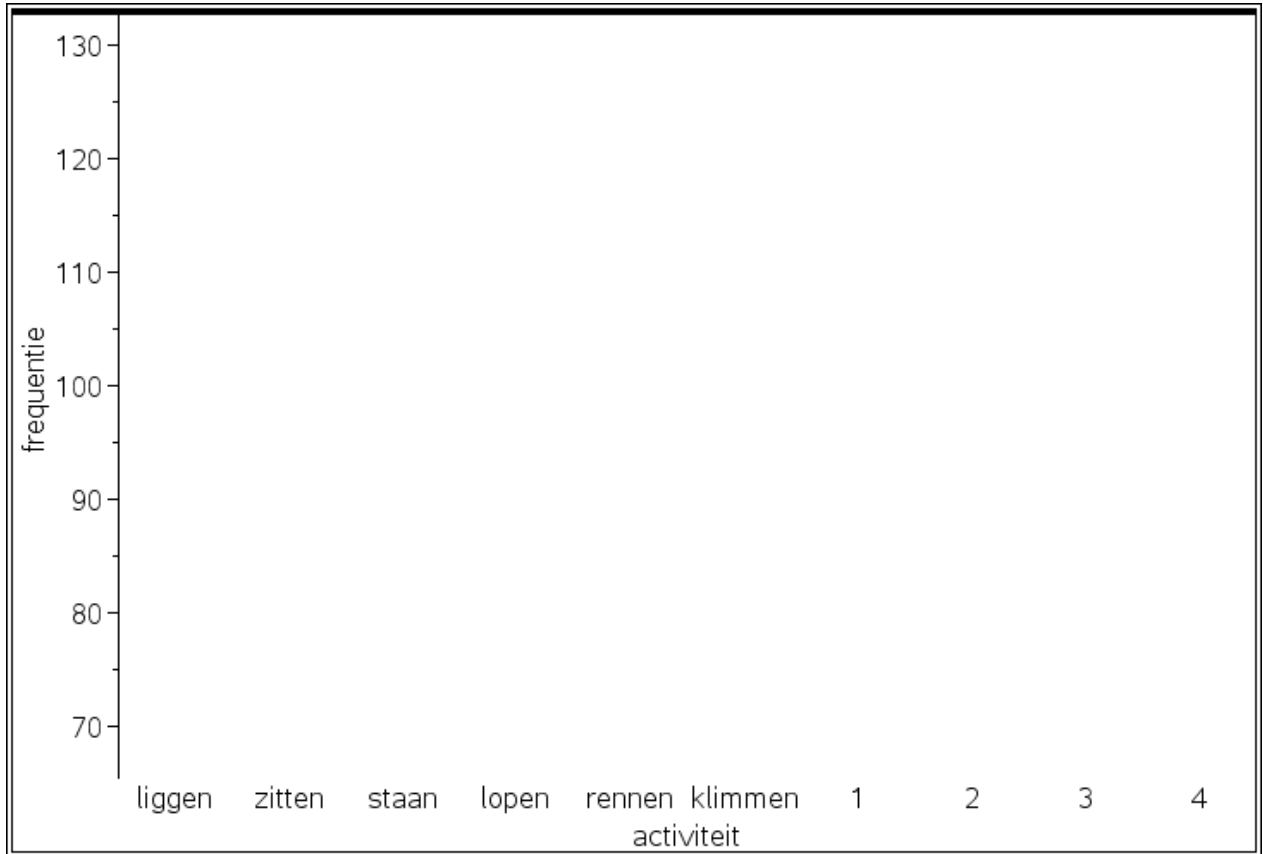


Moeilijkheidsgraad	hartslag (bpm)
1	
2	
3	
4	

## 2.4 Uitwerking

- 4) Voeg een nieuwe pagina toe in je rekenmachine met **lijsten en spreadsheet**. Neem tabel 1 en 2 over in 1 tabel in je rekenmachine. Kies een kolom activiteit en een kolom hartslag.
- 5) Voeg vervolgens nog een pagina toe met data **gegevensverwerking en statistiek**. Zet op de x-as de activiteit, en op de y-as de hartslag. Schuif de categorieën op de y-as op de juiste volgorde (zie figuur hieronder).

6) Neem de figuur over hieronder:



7) Welke activiteit kost de meeste energie?

8) Vermenigvuldigen op moeilijkheidsgraad 4 kost net zoveel energie als ....

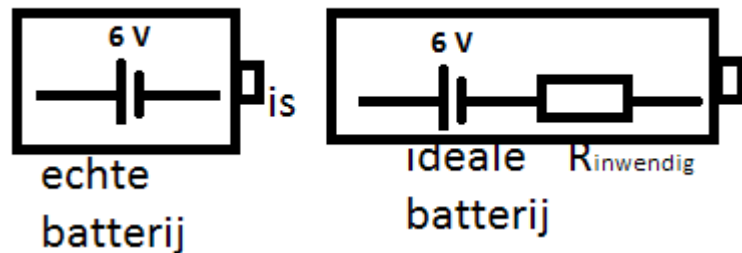
# Consumentenonderzoek

## Kwaliteit van batterijen

### 1. Achtergrond informatie

Tot nu toe ben je er steeds van uitgegaan dat de batterij altijd dezelfde spanning geeft, ongeacht de weerstand die je er op aansluit. Dit geldt echter alleen voor ideale batterijen, maar die bestaan in de werkelijke wereld niet. Het blijkt dat de spanning lager wordt als de batterij meer stroom levert. De reden hiervoor is dat het moeite kost voor de stroom om uit de batterij te komen. De

stroom moet een weerstand overwinnen om uit de batterij te komen. Dit betekent dat een batterij eigenlijk bestaat uit een “ideale batterij” en een weerstand. Zie de tekening hiernaast.



Uit de tekening hiernaast volgt dat de spanning die de echte batterij geeft minder wordt naarmate er meer stroom loopt omdat de spanning over de inwendige weerstand gelijk is aan  $I \cdot R_{\text{inwendig}}$ . Er blijft dan minder spanning over voor de rest van de schakeling. De rest van de spanning die overblijft voor de schakeling wordt de klemspanning genoemd. De spanning van de “ideale batterij” in de echte batterij wordt de bronspanning genoemd. Deze kun je bepalen door de spanning te meten die de batterij geeft zonder dat je er een weerstand op aansluit.

De klemspanning wordt gegeven door:

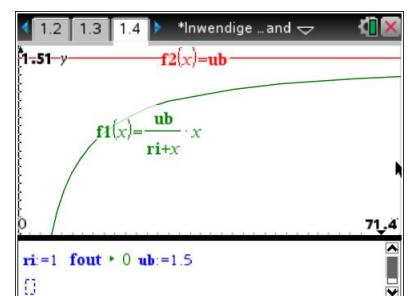
$$U := \frac{U_b}{R_i + R} \cdot R$$

Hierin is  $U_b$  de spanning van de “ideale batterij”,  $R_i$  de waarde van de inwendige weerstand en  $R$  de weerstand die op de batterij wordt aangesloten (ook wel de belasting genoemd).

Consumenten willen een batterij hebben waarbij de inwendige weerstand zo klein mogelijk is. Dan is het verlies zo klein mogelijk. We gaan de waarde van deze inwendige weerstand gebruiken als maat van de kwaliteit van de batterij. Hoe kleiner hoe beter.

### 2. Opdrachten (theorie voor thuis)

- Teken het schakelschema met een echte batterij en een weerstand
- maak ook de tekening waarbij je de echte batterij vervangt door een “ideale batterij plus een inwendige weerstand”
- Leidt bovenstaande formule af. Maak daarbij gebruik van de informatie die hierboven staat.
- Leg uit waarom je de  $U_b$  krijgt door de spanning te meten



over de batterij als je er geen weerstand op aansluit.

### 3. Opdrachten (meten op school)

- Open op de rekenmachine het bestand **inwendige weerstand**
- Bepaal (zonder een weerstand op de batterij aan te sluiten) de spanning van de batterij. Dit is de  $U_b$ .
- Sluit vervolgens een weerstand aan op de batterij en meet de spanning die de batterij afgeeft. Vul deze waarde in op pagina 2 van het document **inwendige weerstand**. Vul ook de waarde van weerstand in. Herhaal dit voor alle vijf de weerstanden.
- Nadat je alle weerstanden hebt gemeten en ingevoerd, ga dan naar pagina 4 van het document **inwendige weerstand**
- Vul in het onderste deelscherm de waarde voor  $U_b$  in.
- Varieer daarna zolang mogelijk met  $R_i$  totdat de fout het kleinst wordt (op twee significante cijfers).
- Bepaal de maximale en minimale van  $R_i$  waarbij de fout (op twee significante cijfers) minimaal blijft. De nauwkeurigheid wordt gegeven door het verschil tussen de minimale en maximale waarde te bepalen en dit te delen door 2.

### 4. Verwerking van de metingen van alle leerlingen

- Je ontvangt de metingen van alle leerlingen in tabelvorm. Deze tabel kun je in de rekenmachine verwerken tot grafieken of in Excel (kopiëren en plakken).
- Formuleer op basis van deze gegevens twee conclusies over de batterijen.
- Onderbouw deze conclusie met argumenten gebaseerd op de metingen.
- Doe een aanbeveling welke batterijen het beste zijn.

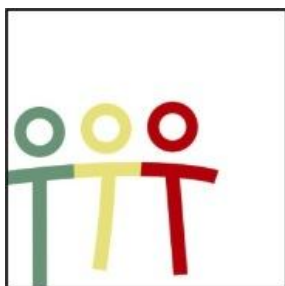
### 5. Verslaglegging

De volgende onderdelen moeten terugkomen in je verslag

- Doel
- Afleiding van de formule
- Uitleg waarom  $U_b$  gelijk is aan de spanning van een onbelaste batterij
- Uitvoering, benodigdheden en werkwijze (inclusief opstelling tekenen)
- Tabel met meetgegevens
- Grafiek(en) (indien nodig twee grafieken als je verschillende dingen wilt tonen)
- Conclusies en onderbouwing (houd rekening met de nauwkeurigheid, gebruik dit bij de onderbouwing van je conclusies).
- Advertentie

Hoe minder voor de hand de conclusies zijn, hoe meer punten deze opleveren





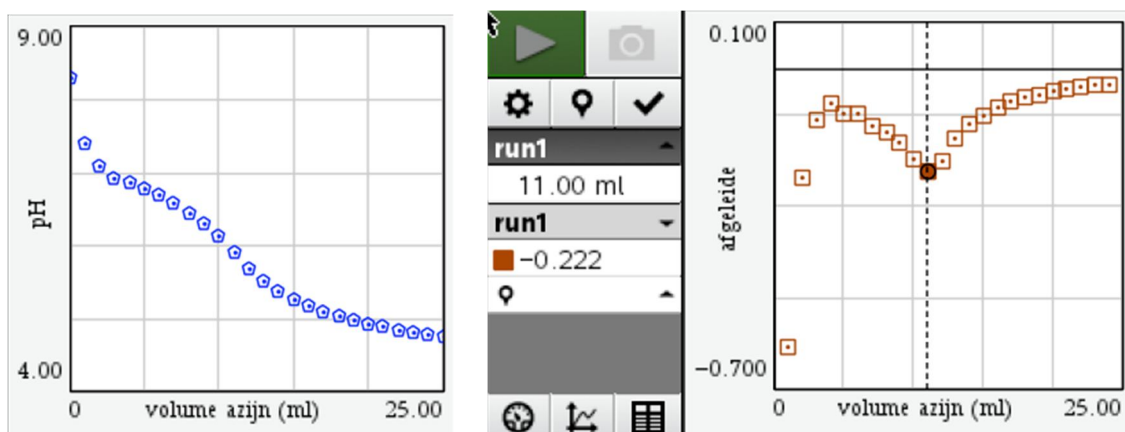
T<sup>3</sup> VLAANDEREN

# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen Oostende

19 augustus 2014

## Onderzoeksproject chemie Bakpoeder en azijn

*Olivier Douvere*



Deze onderzoeksopdracht kan gebruikt worden om leerlingen **begeleid onderzoek** (tweede graad) of **zelfstandig onderzoek** (derde graad) te laten uitvoeren.

De opdracht bestaat uit verschillende fasen:

### ***1 Uitvoeren van de voorbereidende activiteit***

De doelstellingen van de voorbereidende activiteit zijn:

- Leerlingen vertrouwd laten raken met bepaalde technieken en meten met sensoren.
- Leerlingen hulp bieden bij het begeleid of zelfstandig opstellen van onderzoeksvragen.

Tijdens de voorbereidende activiteiten noteren de leerlingen hun waarnemingen en beantwoorden ze de vragen. Daarna verdiepen de leerlingen zich in het onderwerp door meer informatie op te zoeken in hun cursus, boeken of internet. Ze baseren zich hierbij op de lijst met mogelijke onderwerpen.

### ***2 Opstellen van onderzoeksvragen***

De leerlingen stellen vervolgens (in groep) onderzoeksvragen op. Ze baseren zich hiervoor op de voorbereidende activiteit en de opgezocht achtergrondinformatie.

In de tweede graad is het aan te raden deze fase voldoende te begeleiden. Verzamel bijvoorbeeld de onderzoeksvragen van iedere leerling (of groep). Maak een vervolgens (klassikale) oplijsting van de voorgestelde onderzoeksvragen. Voeg indien nodig zelf nog een aantal onderzoeksvragen toe. Stuur de onderzoeksvragen bij indien ze niet relevant, niet haalbaar of niet onderzoekbaar zijn. Iedere leerling (of groep) kiest dan vervolgens een andere onderzoeksvraag uit de lijst om aan de slag mee te gaan.

### ***3 Opstellen van een werkplan***

Iedere leerling (of groep) moet een werkplan opstellen die volgende onderdelen bevat:

- de onderzoeksvraag;
- de hypothese;
- de te meten en berekenen grootheden;
- een lijst van het benodigd materiaal en stoffen;
- gedetailleerde veiligheidsinformatie;
- schematisch overzicht van de uitvoering;
- ...

### ***4 Uitvoeren van het onderzoek***

Tijdens deze fase voeren leerlingen een experiment uit en verzamelen ze de data. Loop rond in het lokaal en stel gerichte vragen aan de leerlingen. De resultaten van het onderzoek van de leerlingen zullen niet altijd overeenstemmen met hun hypothese. Onverwachte resultaten creëren nieuwe leer mogelijkheden en leiden vaak tot nieuwe onderzoeksvragen.

## ***5 Verwerken van de gegevens***

Tijdens deze fase interpreteren de leerlingen de verzamelde data. Ze trekken besluiten en beantwoorden de onderzoeksvraag. De leerlingen moeten ook de uitvoering evalueren en suggesties bedenken voor een betere werkwijze. In deze fase kan het onderzoek bijgestuurd worden. Eventueel formuleren de leerlingen ook aanvullende onderzoeksvragen. *Evalueer je uitvoering. Bedenk suggesties voor een betere werkwijze. Stuur het onderzoek waar nodig bij en formuleer aanvullende onderzoeksvragen.*

## ***6 Rapporteren***

De leerlingen kunnen de resultaten van hun onderzoek rapporten door een verslag te typen, een presentatie te maken, een poster samen te stellen,... Laat de leerlingen bij het rapport een bibliografie toe van de geraadpleegde bronnen toevoegen.



## Onderzoekopdracht bakpoeder en azijn (leerlingenversie)

Datum: .....

Klas: .....

Naam: .....

### Vorbereidende activiteit

Leerkracht: .....

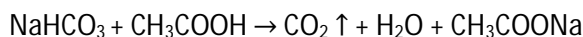
#### 1 Oriënteren



Bakpoeder of  $\text{NaHCO}_3$  is gekend onder de naam natriumwaterstofcarbonaat, bakpoeder, bicarbonaat of soda.

Azijn is een verdunde oplossing van azijnzuur of  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Bakpoeder reageert met azijnzuur met vorming van koolstofdioxide-gas, water en natriumacetaat:



In deze voorbereidende activiteit ga je de temperatuursverandering opmeten die gepaard gaat bij reactie van 2,00 g bakpoeder met 50,0 ml azijn.

Met behulp van deze voorbereidende activiteit en de informatie die je opzoekt in verband met bakpoeder en azijn, stel je een aantal onderzoeksvragen op in verband met deze stoffen. 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.

Mogelijke onderwerpen die je kunnen helpen met het opstellen van onderzoeksvragen zijn:

tweede graad	derde graad
<ul style="list-style-type: none"><li>• bakpoeder</li><li>• azijn</li><li>• chemische eigenschappen</li><li>• fysische eigenschappen</li><li>• chemische en fysische processen</li><li>• pH</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• enthalpie</li><li>• wet van Hess</li><li>• zuur-basetitratie</li><li>• pH</li><li>• geleidbaarheid</li></ul>

## 2 Voorbereiden

### 2.1 Benodigdheden

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

Materiaal	Stoffen

### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

In dit experiment meet je de temperatuur gedurende 180 seconden met een snelheid van 2 meetwaarden/seconde. Welke verzamelingsmodus gebruik je? Je gebruikt de standaardinstellingen van de software.

## 3 Uitvoeren

1. Plaats een piepschuimen beker in een maatbeker van 400 ml.
2. Doe met behulp van een maatcilinder 25 ml azijn in de piepschuimen beker.
3. Plaats de temperatuursensor in de oplossing.
4. Weeg 1,00 g bakpoeder af.
5. Start de meting. Wacht 4 seconden.
6. Voeg voorzichtig het bakpoeder aan het azijn toe en roer voortdurend zachtjes met de temperatuursensor.
7. Stop de meting als de temperatuur niet meer verandert. Na 180 seconden zal de meting automatisch stoppen.
8. Bepaal met behulp van statische analyse de begin- en eindtemperatuur gedurende de reactie. (Afronden op 0,1 °C)

## 4 Besluiten en reflecteren

### TWEEDE GRAAD

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.
2. Bepaal of de reactie tussen azijn en bakpoeder een endo- of exo-energetisch proces is.
3. Geef de formule en de naam van het bestanddeel dat de gasbellen veroorzaakt tijdens de reactie?
4. Som twee fysische eigenschappen van bakpoeder op.
5. Som twee fysische eigenschappen van azijn op.
6. Som twee waarnemingen op die het bewijs leveren voor het doorgaan van een chemisch proces wanneer je bakpoeder aan azijn toevoegt.
7. Formuleer onder begeleiding van je leerkracht minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

## 5 Besluiten en reflecteren

### DERDE GRAAD

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.
2. Bepaal de totale massa van de oplossing. (Neem aan dat de dichtheid van azijn = dichtheid van water =  $1,00 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ )
3. De soortelijke warmte-energie van het mengsel kun je gelijk stellen aan die van water.  
 $c(\text{water}) = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$   
Bereken de vrijgezette warmte-energie  $Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$
4. Hoeveel bedraagt de enthalpieverandering?
5. Bereken het aantal mol bakpoeder waarmee je de reactie hebt uitgevoerd.
6. Bereken de enthalpieverandering per mol  $\text{NaHCO}_3$ .
7. Formuleer zelfstandig minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

## Onderzoeksoopdracht bakpoeder en azijn (leerkrachtenversie)

### Situering in leerstof

#### *Tweede graad*

- algemene doelstellingen voor het realiseren van onderzoekscompetenties
- chemische en fysische eigenschappen
- verschil tussen chemisch en fysisch verschijnsel
- waarnemen van chemische reacties
- exo- en endo-energetische reacties
- zuurgraad van een oplossing
- neutralisatiereacties en gasontwikkelingsreacties

#### *Derde graad*

- algemene doelstellingen voor het realiseren van onderzoekscompetenties
- energiebeschouwingen bij een chemische reacties
- berekenen van enthalpieveranderingen
- wet van Hess
- pH
- geleidbaarheid
- zuur-base reacties
- zuur-base titraties

### Planning

	<b>fase onderzoeksoopdracht</b>	<b>duur</b>
1	Vorbereidende activiteit	35 minuten
2	Opstellen van onderzoeksvragen	10 minuten
3	Opstellen werkplan	15 minuten (thuis)
4	Uitvoeren onderzoek	50 minuten
5	Verwerken van gegevens	15 minuten
6	Rapporteren	35 minuten (thuis)



## Vorbereidende activiteit

### Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• balans</li><li>• maatbeker 400 ml</li><li>• maatcilinder 100 ml</li><li>• piepschuimen beker</li><li>• spatel met lepel</li><li>• temperatuursensor</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• bakpoeder</li><li>• azijn</li></ul>

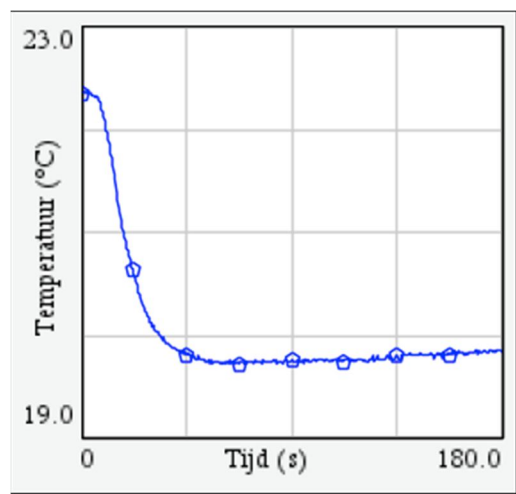
### Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	2 meetwaarden/s
Duur	180 s

### Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)

Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	0,5
Number of samples	360

### Voorbeeld resultaat



## **Antwoorden op de vragen tweede graad**

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.

$$\theta_{max} = \theta_{begin} = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{min} = \theta_{einde} = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_{einde} - \theta_{begin} = -2,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Bepaal of de reactie tussen azijn en bakpoeder een endo- of exo-energetisch proces is.

**Het is een endo-energetisch proces.**

3. Geef de formule en de naam van het bestanddeel dat de gasbellen veroorzaakt tijdens de reactie?

**CO<sub>2</sub> of koolstofdioxide**

4. Som twee fysische eigenschappen van bakpoeder op.

**Witte vaste stof bij kamertemperatuur.**

5. Som twee fysische eigenschappen van azijn op.

**Kleulose vloeistof bij kamertemperatuur.**

6. Som twee waarnemingen op die het bewijs leveren voor het doorgaan van een chemisch proces wanneer je bakpoeder aan azijn toevoegt.

**Er ontstaat een gas.**

**De temperatuur daalt tijdens het proces. Er is dus een energie-uitwisseling.**

7. Formuleer onder begeleiding van je leerkracht minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

**Hoe kan je de grootste temperatuurverandering veroorzaken bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?**

**(= voorbeeld 1)**

**Wat is het kooktraject van azijn?**

**(= voorbeeld 2)**

**Wat gebeurt er met de pH-waarde van de oplossing als azijn met bakpoeder reageert?**

**(= voorbeeld 3)**

### Antwoorden op de vragen derde graad

1. Bepaal het temperatuurverschil dat optreedt tijdens dit proces.

$$\theta_{max} = \theta_{begin} = 22,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{min} = \theta_{einde} = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_{einde} - \theta_{begin} = -2,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Bepaal de totale massa van de oplossing. (Neem aan dat de dichtheid van azijn = dichtheid van water =  $1,00 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ )

$$1,00 \text{ g} + 25,0 \text{ g} = 26,0 \text{ g}$$

3. De soortelijke warmte-energie van het mengsel kun je gelijk stellen aan die van water.

$$c(\text{water}) = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

Bereken de vrijgezette warmte-energie  $Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$

$$Q = 4189 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 26,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot -2,7 \text{ } ^\circ\text{C} = -294 \text{ J} = -0,294 \text{ kJ}$$

4. Hoeveel bedraagt de enthalpieverandering?

$$\Delta H = -Q = 0,294 \text{ kJ}$$

5. Bereken het aantal mol bakpoeder waarmee je de reactie hebt uitgevoerd.

$$n = \frac{1,00 \text{ g}}{84,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0119 \text{ mol}$$

6. Bereken de enthalpieverandering per mol  $\text{NaHCO}_3$ .

$$\Delta H = \frac{0,294 \text{ kJ}}{0,0119 \text{ mol}} = 24,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

7. Formuleer zelfstandig minstens één onderzoeksvraag in verband met bakpoeder en azijn.

**Hoeveel milliliter azijn kan geneutraliseerd worden door 1,00 g bakpoeder?**  
(= voorbeeld 4)

**Voldoet de reactie van bakpoeder en azijn aan de wet van Hess?**  
(= voorbeeld 5)

# Onderzoeksoopdracht bakpoeder en azijn

## Voorbeeld 1

### 1 Oriënteren

Hoe kan je de grootste temperatuurverandering veroorzaken bij de reactie tussen bakpoeder en azijn?

### 2 Voorbereiden

#### 2.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• balans</li><li>• maatbeker 400 ml</li><li>• maatcilinder 100 ml</li><li>• piepschuimen beker</li><li>• roerstaaf</li><li>• spatel met lepel</li><li>• temperatuursensor</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• azijn</li><li>• bakpoeder</li></ul>

#### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

##### *Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)*

<b>Verzamelmodus</b>	tijdgebaseerd
<b>Snelheid</b>	2 meetwaarden/s
<b>Duur</b>	180 s

##### *Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)*

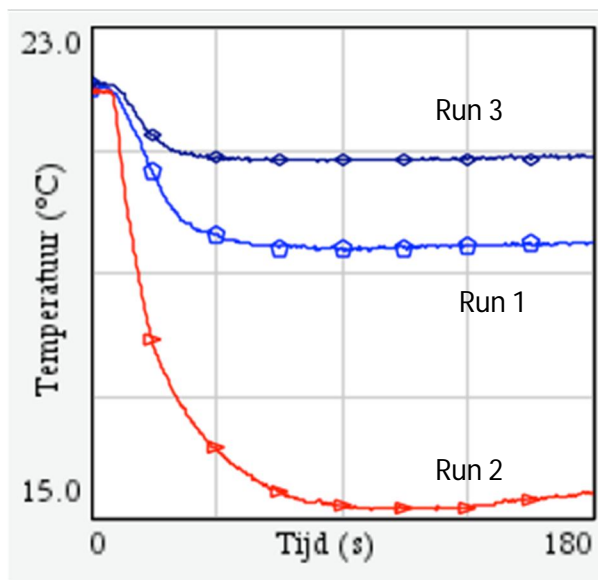
<b>Verzamelmodus</b>	Time graph
<b>Time between samples in seconds</b>	0,5
<b>Number of samples</b>	360

### 3 Uitvoeren

We onderzoeken drie verschillende werkwijzen en nemen het temperatuurverschil waar.

Werkwijze 1	Werkwijze 2	Werkwijze 3
1,00 g bakpoeder	2,00 g bakpoeder	1,00 g bakpoeder
25 ml azijn	25 ml azijn	50 ml azijn
NIET roeren	WEL roeren	WEL roeren
$\Delta\theta = -2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = -6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta\theta = -1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
Run 1	Run 2	Run 3

We vergelijking met de waarde uit de voorbereidende activiteit (= 1,00g bakpoeder+ 25 ml azijn + WEL roeren.  $\Delta\theta = -2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$



### 4 Besluiten en reflecteren

Uit het onderzoek blijkt dat het bekomen temperatuurverschil groter is bij voortdurend roeren en grotere hoeveelheid bakpoeder. Er is verder onderzoek nodig om na te gaan wat het effect zou zijn van een kleinere hoeveelheid azijn. Een grotere hoeveelheid azijn veroorzaakt niet een groter temperatuurverschil.

# Onderzoeksoopdracht bakpoeder en azijn

## Voorbeeld 2

### 1 Oriënteren

Wat is het kooktraject van azijn?

### 2 Voorbereiden

#### 2.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• proefbuis</li><li>• maatbeker 600 ml</li><li>• maatcilinder 10 ml</li><li>• temperatuursensor</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li><li>• Bunsenbrander</li><li>• Statief met klem</li><li>• Driepikkel met draadnet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• azijn</li><li>• leidingswater</li><li>• keukenzout</li></ul>

#### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

##### *Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)*

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	1 meetwaarde/s
Duur	900 s

##### *Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)*

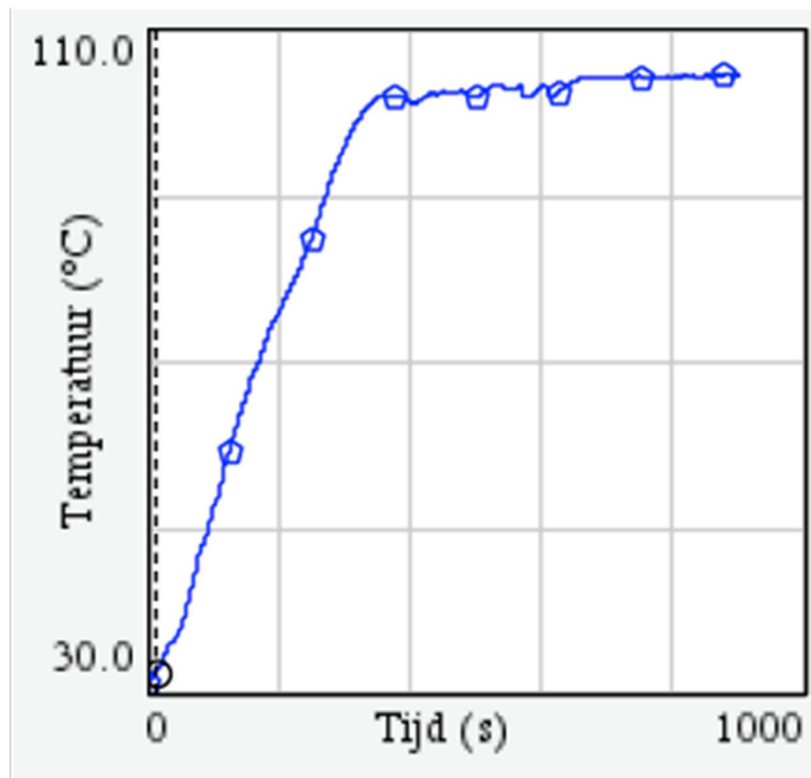
Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	1
Number of samples	900

### 3 Uitvoeren

1. Bereid een zoutwater warmbad door 400 ml leidingswater in een maatbeker van 600 ml te brengen. Voeg 80 g keukenzout aan het water toe om de kooktemperatuur van het warmwaterbad te verhogen.
2. Verwarm het zoutwater met de bunsenbrander.
3. Breng 10 ml azijn in een proefbuis.
4. Breng de proefbuis met de azijn in het warmwaterbad. Bevestig de proefbuis aan een statief met een klem.
5. Meet de temperatuur gedurende 900 s. Blijf bij de opstelling. Verwarm niet te hevig en regel de gastoevoer eventueel bij.

### 4 Besluiten en reflecteren

Het mengsel azijn begint te koken bij ongeveer  $101,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tijdens het koken blijft de temperatuur toenemen tot  $104,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . We spreken van een kooktraject omdat azijn een mengsel is en geen zuivere stof.



# Onderzoeksopdracht bakpoeder en azijn

## Voorbeeld 3

### 1 Oriënteren

Wat gebeurt er met de pH-waarde van de oplossing als azijn met bakpoeder reageert?

### 2 Voorbereiden

#### 2.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• maatbeker 100 ml</li><li>• maatcilinder 100 ml</li><li>• pH sensor</li><li>• Statief met klem</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• azijn</li><li>• bakpoeder</li></ul>

#### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

##### *Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)*

<b>Verzamelmodus</b>	tijdgebaseerd
<b>Snelheid</b>	0,5 meetwaarde/s
<b>Duur</b>	120 s

##### *Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)*

<b>Verzamelmodus</b>	Time graph
<b>Time between samples in seconds</b>	2
<b>Number of samples</b>	60

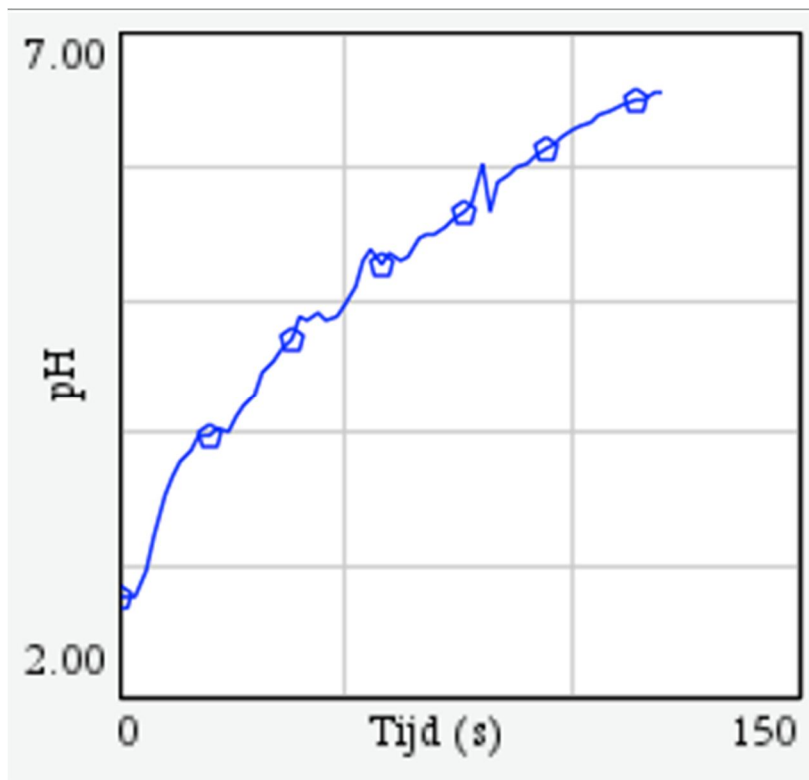


### 3 Uitvoeren

1. Weeg ongeveer 4 g bakpoeder af.
2. Doe 25 ml azijn in een maatbeker van 100 ml.
3. Breng de pH sensor in de maatbeker met azijn. Bevestig de pH sensor aan een statief met een klem.
4. Start de meting.
5. Voeg onder voortdurend schudden de 4 g bakpoeder geleidelijk aan de azijn.

### 4 Besluiten en reflecteren

De pH van de azijn oplossing neemt toe wanneer er bakpoeder aan wordt toegevoegd. In onderstaand voorbeeld is de reactie niet volledig doorgegaan. Bij een volgend onderzoek moet dus de tijdsduur van de meting aangepast worden.



# Onderzoeksoopdracht bakpoeder en azijn

## Voorbeeld 4

### 1 Oriënteren

Hoeveel milliliter azijn kan geneutraliseerd worden door 1,00 g bakpoeder?

### 2 Voorbereiden

#### 2.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Buret 25 ml</li><li>• buretklem</li><li>• maatbeker 100 ml</li><li>• pH sensor</li><li>• Statief met klem</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• azijn</li><li>• bakpoeder</li><li>• gedestilleerd water</li></ul>

#### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

##### *Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)*

Verzamelmodus	gebeurtenis met invoer
gebeurtenis	volume azijn
eenheid	ml

##### *Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)*

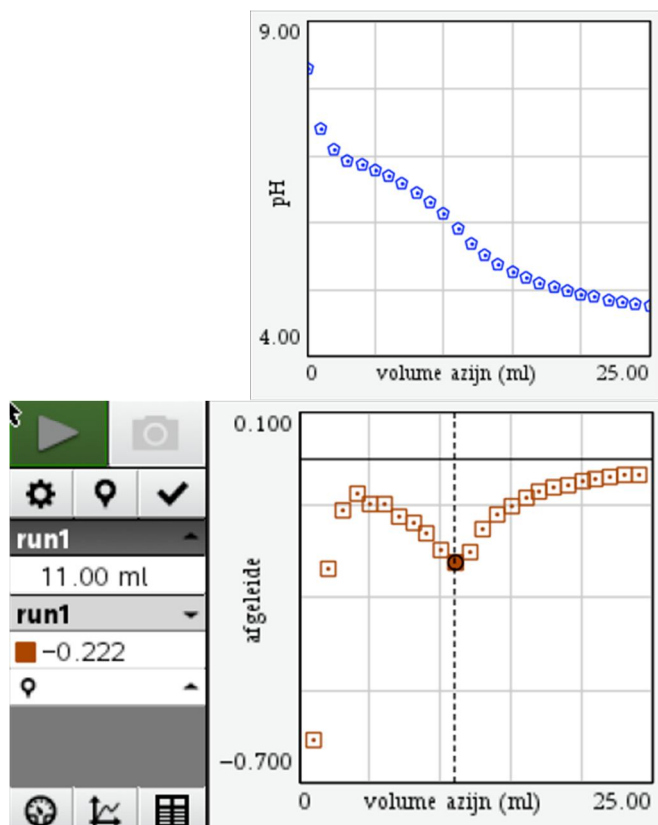
Verzamelmodus	events with entry
---------------	-------------------

### 3 Uitvoeren

1. Weeg 1,00 g bakpoeder af.
2. Doe 50 ml gedestilleerd water in een maatbeker van 100 ml en los het bakpoeder erin op.
3. Breng de pH sensor in de maatbeker met bakpoederoplossing. Bevestig de pH sensor aan een statief met een klem.
4. Vul het buret met azijn en bevestig het buret aan een buretklem.
5. Start de meting.
6. Registreer de pH waarde na toevoeging van 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, ... 25 ml azijn. Meng na elke toevoeging goed de oplossing vooraleer de pH waarde te registreren.

### 4 Besluiten en reflecteren

Uit de pH-curve en de eerste afgeleide kun je het EP bepalen. Er is 11,0 ml azijn (7°) nodig om 1,00 g bakpoeder te neutraliseren.



# Onderzoeksoopdracht bakpoeder en azijn

## Voorbeeld 5

### 1 Oriënteren

Voldoet de reactie tussen bakpoeder en azijn aan de Wet van Hess?

### 2 Voorbereiden

#### 2.1 Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>• balans</li><li>• maatbeker 400 ml</li><li>• maatcilinder 100 ml</li><li>• piepschuimen beker</li><li>• spatel met lepel</li><li>• temperatuursensor</li><li>• TI Nspire/LabCradle of TI84+/easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• azijn</li><li>• bakpoeder vast</li><li>• bakpoeder oplossing (<math>1,19 \frac{\text{mol}}{\text{l}}</math>)</li><li>• gedestilleerd water</li></ul>

#### 2.2 Instellen van de verzamelmodus

##### *Instellen van verzamelmodus TI Nspire (Dataquest)*

Verzamelmodus	tijdgebaseerd
Snelheid	2 meetwaarden/s
Duur	180 s

##### *Instellen van verzamelmodus TI 84+ (Easydata)*

Verzamelmodus	Time graph
Time between samples in seconds	0,5
Number of samples	360

### 3 Uitvoeren

#### Geval 1:(run 2)

Los 1,00 g  $\text{NaHCO}_3(\text{v})$  op in 25,0 ml water.

Meet de temperatuursverandering.

Bereken de enthalpieverandering per mol  $\text{NaHCO}_3$ .

#### Geval 2: (run 3)

Laat 10 ml  $\text{NaHCO}_3$ -oplossing ( $1,19 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ) reageren met 15 ml azijn.

Meet de temperatuursverandering.

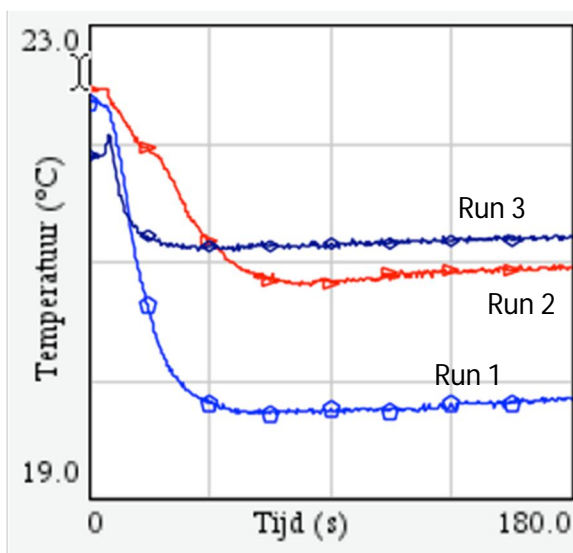
Bereken de enthalpieverandering per mol  $\text{NaHCO}_3$ .

#### Geval 3: (= voorbereidende activiteit)(run 1)

Laat 1,00 g  $\text{NaHCO}_3(\text{v})$  reageren met 25 ml azijn.

Meet de temperatuursverandering.

Bereken de enthalpieverandering per mol  $\text{NaHCO}_3$ .



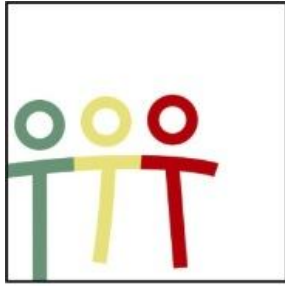
## 4 Besluiten en reflecteren

Geval	Vergelijking	$\Delta\theta$ (°C)	$\Delta H$ ( $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ )
1	$\text{NaHCO}_3 (\text{v}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq})$	$20,7 - 22,5 = -1,8$	16,5
2	$\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{vl}) + \text{CO}_2 (\text{g})$	$21,0 - 21,9 = -0,9$	8,3
3	$\text{NaHCO}_3 (\text{v}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{vl}) + \text{CO}_2 (\text{g})$	-2,7	24,7

Vergelijking (1) + vergelijking (2) = vergelijking (3)

De  $\Delta H$  voor geval 3 is quasi gelijk aan de som van de  $\Delta H$  van geval 1 en 2. De afwijking kan verklaard worden door afronden in berekeningen, onnauwkeurig overbrengen van bakpoeder, bereiden van oplossing,.....

De reactie van bakpoeder en azijn voldoet dus aan de wet van Hess.



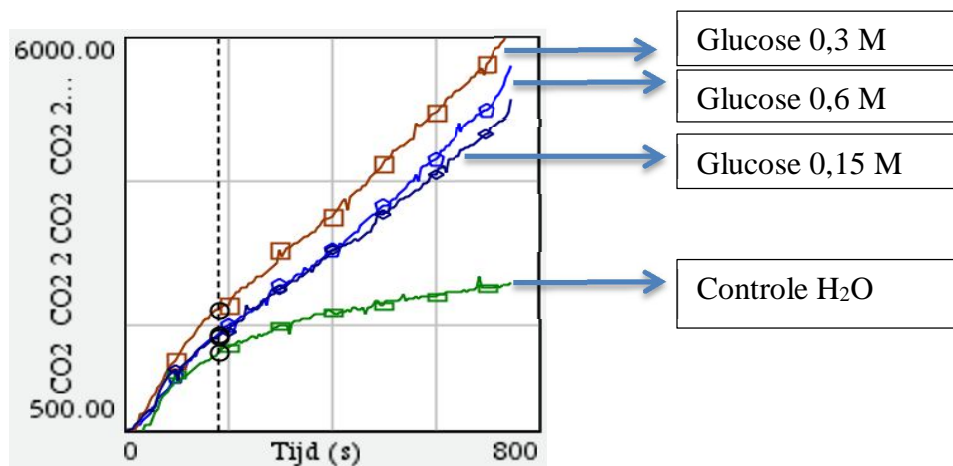
T<sup>3</sup> VLAANDEREN

# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen Oostende

19 augustus 2014

## Onderzoeksproject biologie Groeiomstandigheden bij gist

*Natalie Dirckx*



## Inleiding – onderzoekscompetentie

In de leerplannen van de derde graad wordt een onderscheid gemaakt tussen leerlingenpractica en een mini-onderzoek. Tijdens **leerlingenpractica** zullen deelaspecten van de onderzoekscompetentie aan bod komen. Het is niet nodig om de leerlingen elk deelaspect tijdens elk practicum te laten uitvoeren. De wetenschappelijke richtingen moeten wel alle deelaspecten beheersen. Rapporteren wordt wel verlangd van elk practicum. Bij een **mini-onderzoek** dienen de leerlingen wel elk deelaspect te behandelen. Ze krijgen de kans om zo'n onderzoek zelfstandig of onder begeleiding uit te voeren. Voor de wetenschappelijke richtingen moet het zelfstandig integraal onderzoek kaderen binnen de wetenschapsvakken (chemie, biologie en fysica) en mag maar niet vakoverschrijdend zijn. Een klein aantal lessen wordt aan het onderzoek besteed.

Het **onderzoeksproject 'groeiomstandigheden bij gist'** is opgevat als een zelfstandig integraal onderzoek waarbij de leerlingen alle deelaspecten van de wetenschappelijke onderzoeksmethode zullen doorlopen. Dit onderzoek is uiteraard geschikt voor de derde graad, maar kan ook in de tweede graad (vierde jaar) uitgevoerd worden mits meer begeleiding en er een aantal deelaspecten worden uitgelicht.

## Deelaspecten van de onderzoekscompetentie

### 1 Voorbereidende activiteit

---

#### 1.1 Voorkennis

##### 1.1.1 Theorie en vaardigheden

Afhankelijk van de graad waarin dit onderzoek wordt uitgevoerd, zal de voorkennis van de leerlingen verschillen.

##### *Tweede graad*

Tijdens de lessen biologie wordt de invloed van micro-organismen op de menselijke gezondheid besproken. De micro-organismen worden vooral in verband gebracht met het ontstaan van ziekten. Micro-organismen worden door de mens ook ingeschakeld in de voedselproductie, zoals voor de bereiding van yoghurt, bier en brood. De leerlingen kunnen bijlage 3 lezen als voorbereidende opdracht.

Als de leerlingen tijdens chemie nog geen oplossingen hebben leren maken, kunnen de suikeroplossingen ook gemaakt worden op basis van percentages i.p.v. concentraties. Of de leerkracht voorziet de oplossingen op voorhand.



## Derde graad

Van derdegraads leerlingen wordt verwacht dat ze weten wat mono- en disachariden zijn en dat ze bekend zijn met de structuur van glucose, fructose, sacharose en lactose. De leerlingen zijn vertrouwd met het maken van oplossingen zodat de leerlingen zelf hun suikeroplossingen maken met de juiste concentratie.

### 1.1.2 Vaardigheden met TI-Nspire en sensoren

Er wordt van de leerlingen verwacht dat ze met de Vernier *DataQuest* applicatie op de TI-Nspire een experiment kunnen uitvoeren met sensoren. De basishandelingen worden nog eventjes herhaald.

#### Vernier DataQuest opstarten

Wanneer een sensor op de TI-Nspire wordt aangekoppeld, zal de applicatie Vernier *DataQuest* automatisch openen op de handheld. Indien dit niet gebeurt, ga je naar het *homescherm* en open je de *DataQuest* applicatie.

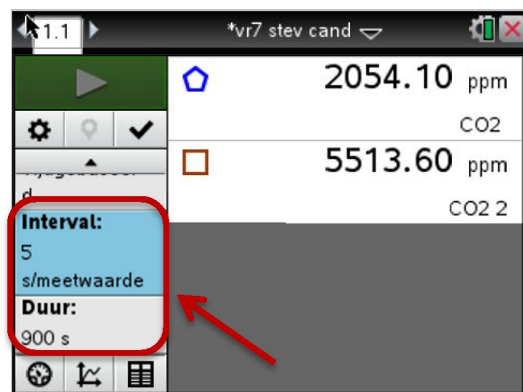
#### Verzamelmodus instellen

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. De verzamelmodus kan ingesteld worden via het menu: 1: *experiment*, 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *op tijd gebaseerd*.

De verzamelmodus kan ook rechtstreeks worden aangepast aan de linkerkant van het scherm.

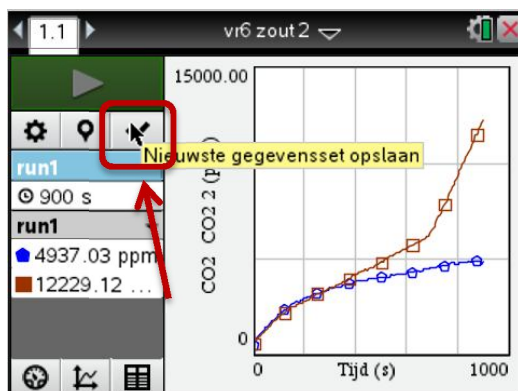
De meeste experimenten zullen verlopen volgens deze verzamelmodus:

Verzamelmodu	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden



Figuur 1: de verzamelmodus kan rechtstreeks worden ingesteld aan de linkerkant van het scherm

#### Starten van een nieuwe run

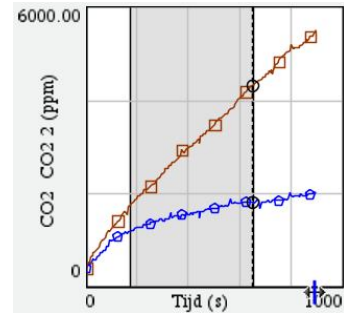


Als je van verschillende na elkaar uitgevoerde experimenten één grafische voorstelling wilt hebben, zal je na elk experiment een nieuwe run (gegevensset) moeten starten. Dit doe je door te klikken op 'V'. Je kan achteraf kiezen welke run(s) je in de grafische voorstelling zichtbaar maakt.

Figuur 2: nieuwe run (gegevensset) aanmaken

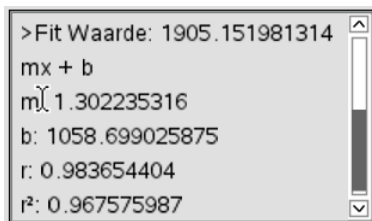
## Data selecteren en analyseren

Op de grafiek kan een deel van de meetgegevens geselecteerd worden door in het grafiekveld te klikken waar de selectie moet beginnen en te slepen tot het einde van de selectie. De selectie kleurt grijs. De geselecteerde meetgegevens kan je analyseren via *menu, 4: analyseren*. Als we de richtingscoëfficiënt willen bepalen dan kiezen we *6: passen van een kromme, 1: Lineair* en dan verkrijgt je de vergelijking van de rechte.



Figuur 3: de selectie van een deel meetgegevens kleurt grijs

## Data overbrengen naar Excel



Als de handheld aan de computer gekoppeld wordt, kunnen de meetgegevens gekopieerd worden naar een Excel werkblad.

Figuur 4: vergelijking van de rechte

## 1.2 Werkplan opstellen

Volgende stappen houden de leerlingen in hun achterhoofd wanneer ze een werkplan opstellen:

- 1) Wat is je onderzoeksvraag en mogelijke hypothese?
- 2) Hoe ga je het onderzoek uitvoeren?
- 3) Welke materialen en stoffen heb je nodig?
- 4) Hoeveel tijd neemt het onderzoek in beslag?

## 1.3 Gistoplossing maken

De gistoplossing kan best ongeveer vijf uur op voorhand gemaakt worden. Los in 200 ml gedestilleerd water één pakje (11 g) droge gist op. Voor deze experimenten is de droge gist van Bruggeman gebruikt. Activeer de gistoplossing gedurende 10 minuten bij een temperatuur van 35-40 °C. Hierna kan de oplossing op kamertemperatuur bewaard worden. Voeg 8 g glucose toe indien de gistoplossing een dag op voorhand wordt gemaakt. De gistoplossing kan best op een magnetische roerder geplaatst worden indien beschikbaar.



Figuur 5: droge gist ([www.algistbruggeman.be](http://www.algistbruggeman.be))

## 1.4 Suikers


In dit mini-onderzoek zijn volgende suikers gebruikt:

- Glucose
- Fructose
- Sucrose
- Lactose
- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)
- Stepa (Stevia)
- Canderel (Sucralose)

Galactose en maltose zijn bewust niet toegevoegd aan dit experiment omwille van de hoge kostprijs. Galactose zal in tegenstelling tot glucose en fructose zeer slecht fermenteren. De leerlingen kunnen dit zelf afleiden door de fermentatie van sucrose en lactose te bestuderen.

## 1.5 Benodigheden

Het materiaal dat nodig is om de gist- en de suikeroplossingen te maken is niet in deze lijst opgenomen.

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- warmwaterbad</li><li>- magneetroerder</li><li>- 2x maatbekertjes</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>  <p><i>Figuur 6: CO<sub>2</sub> sensor met plastic meetkamer (<a href="http://www.vernier.com/">www.vernier.com/</a>)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Glucose 0,6 M, 0,3 M, 0,15 M</li><li>- Fructose 0,3 M</li><li>- Lactose 0,15 M</li><li>- Sucrose 0,15 M</li><li>- Sucrose-oplossing 5%, 10% en 20%</li><li>- gistoplossing</li><li>- Stevia (2 g in 25 ml water)</li><li>- Sucralose (2 g in 25 ml water)</li><li>- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)</li><li>- Cola en cola light</li></ul>

## 2 Onderzoeksvragen opstellen

---

Volgende onderzoeksvragen zijn volledig uitgewerkt:

- 1) Hoe zal de koolzuurgasproductie verlopen wanneer een gistoplossing wordt toegevoegd aan een suikeroplossing?
- 2) Bij welke temperatuur verloopt de vergisting van een suikeroplossing optimaal?
- 3) Bij welke glucoseconcentratie verloopt de vergisting optimaal?
- 4) Welk verschil treedt op tussen de vergisting van mono- en disachariden?
- 5) Kan vergisting optreden in de suikers van cola en cola light?
- 6) Remt zout de werking van gist?
- 7) Kan er vergisting optreden in zoetstoffen, zoals Stevia en Canderel?
- 8) Is er een verschil in vergisting tussen analytische glucose en glucose in Dextro Energy?

Alle experimenten, behalve onderzoeksvraag 2, worden uitgevoerd bij kamertemperatuur.

### *Tweede graad*

Nadat de leerlingen bijlage 3 gelezen hebben, kunnen ze gaan onderzoeken wat gist met brooddeeg doet en wat gist nodig heeft om optimaal te werken. Uit bijlage 3 kan onderzoeksvraag 1, 2, 3 en 6 worden opgesteld.






### *Derde graad*


Om de leerlingen zelf aan te moedigen enkele onderzoeksvragen op te stellen, zijn er enkele teksten in de bijlage toegevoegd die de leerlingen extra informatie verschaffen. Het is de bedoeling dat de leerlingen voor sommige onderzoeksvragen grotendeels zelf het heft in eigen handen nemen. Uiteraard zal de leerkracht moeten bijsturen zodat de opdracht haalbaar blijft.

## 3 Uitvoeren van het onderzoek

---

Na controle van het werkplan kunnen de leerlingen starten met de experimenten. Wanneer de leerlingen de experimenten aan het uitvoeren zijn, kan de leerkracht hun vaardigheden beoordelen. Enkele voorbeelden:

Er is een hypothese opgesteld.	
Het werkplan is voldoende uitgewerkt om de onderzoeksvraag te onderzoeken.	
De juiste benodigdheden werden gekozen.	
Het materiaal wordt correct gehanteerd.	
Er is een vlotte samenwerking tussen de labopartners.	

Het experiment wordt zelfstandig uitgevoerd.	
--	---



## 4 Weergeven van de gegevens

---

Na het experiment kunnen de leerlingen direct de grafische voorstelling van de meetresultaten bekijken op de TI-Nspire handheld.

## 5 Reflecteren

---

De leerlingen kunnen reflecteren over het resultaat en over de onderzoeksmethode. De leerlingen wegen hun waarnemingen af tegenover hun gestelde hypothese. Als hun verwachting niet overeenkomt met de resultaten dan kunnen ze o.a. hun onderzoeksmethode in vraag stellen of literatuur raadplegen.

## 6 Rapporteren

---

De leerlingen kunnen rapporteren in een open verslag, een presentatie of een poster. De meetgegevens en grafieken moeten zeker worden weergegeven. Via de software is het heel gemakkelijk om screenshots te maken van de grafieken of de meetgegevens over te brengen naar een Excel werkblad.

# Onderzoeksvraag 1: hoe zal de koolzuurgasproductie verlopen wanneer een gistoplossing wordt toegevoegd aan een suikeroplossing?

## 1 Voorbereiding

### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- maatbekertje</li><li>- CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Glucose 0,3 M</li><li>OF Sucrose-oplossing 20%</li><li>- gistoplossing</li></ul>

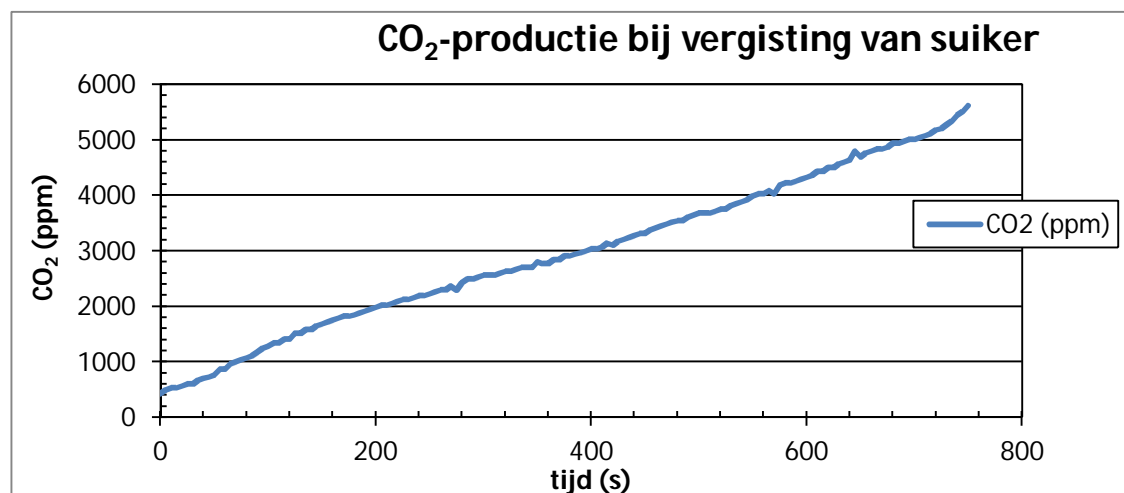
### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	750 seconden

## 2 Experiment uitvoeren

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

## 3 Resultaat weergeven



Figuur 7: grafiek in Excel met data van TI-Nspire (glucose 0,3 M)

## 5 Reflecteren

---

Het CO<sub>2</sub>-gehalte in de meetkamer neemt toe omdat gist de suiker zal omzetten in CO<sub>2</sub>. Bij de aerobe vergisting zal er meer CO<sub>2</sub> gevormd worden en bij de anaerobe vergisting wordt er ook ethanol gevormd.



## Onderzoeksvraag 2: bij welke temperatuur verloopt de vergisting van een suikeroplossing optimaal?

### 1 Voorbereiding

#### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- maatbekertje</li><li>- CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- warmwaterbad</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Glucose 0,3 M</li><li>OF Sucrose-oplossing 20%</li><li>- gistoplossing</li></ul>

#### 1.2 Instellen verzamelmodus

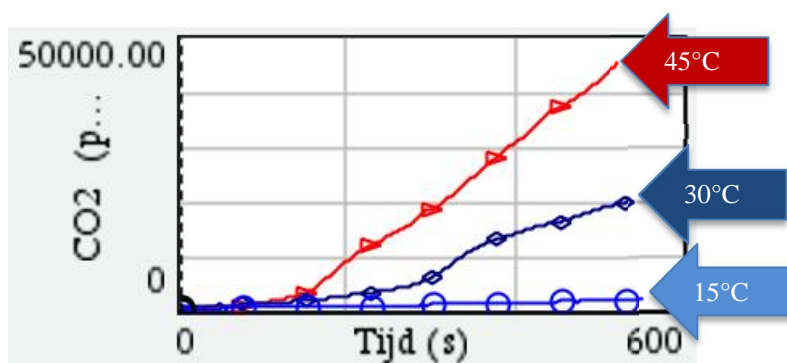
Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	550 seconden

### 2 Experiment uitvoeren

Voer deze methode uit bij 15 °C, 30 °C en 45 °C en breng de oplossingen alvorens de experimenten te starten op deze temperaturen.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

### 3 Resultaat weergeven



Figuur 8: screenshot TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van een suikeroplossing bij verschillende temperaturen



## 4 Reflecteren

---

De vergisting verloopt vlotter bij een hogere temperatuur. De meeste gisten hebben een temperatuuroptimum bij 25-30°C. Boven de 50°C gaan de gistcellen stuk en stopt de vergisting.

Deze resultaten zijn verkregen zonder warmwaterbad. Dit wil zeggen dat de experimenten gestart zijn bij deze temperaturen. Uiteraard zakt de temperatuur snel. Deze proef toont dus wel een verschil aan in de werking van gist bij verschillende temperaturen, maar echt nauwkeurig zijn deze meetgegevens niet.

## Onderzoeksvraag 3: bij welke glucoseconcentratie verloopt de vergisting optimaal?

### 1 Voorbereiding

---

#### 1.1 Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Glucose 0,6 M, 0,3 M, 0,15</li><li>- gistoplossing</li></ul>

#### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	750 seconden

### 2 Experiment uitvoeren

---

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

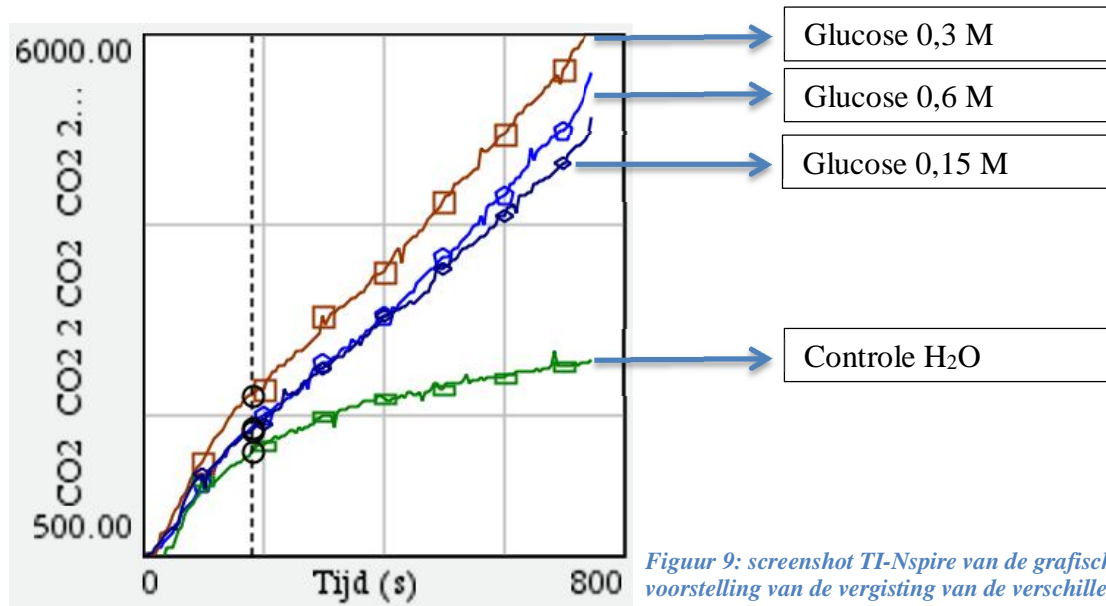
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen per glucoseconcentratie.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

Controle:

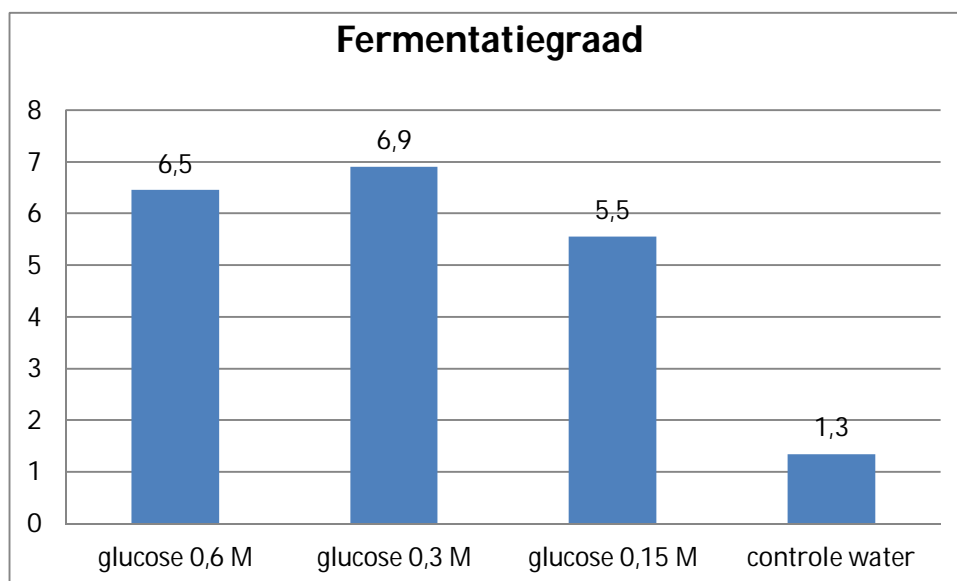
- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml gedestilleerd water in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

### 3 Resultaat weergeven



Figuur 9: screenshot TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van de verschillende glucoseconcentraties

Als we de richtingscoëfficiënt van deze rechten gaan vergelijken, dan bekijken we de fermentatiegraad.



Figuur 10: richtingscoëfficiënt van de rechten uit figuur 9 (fermentatiegraad)

### 4 Reflecteren

Uit de fermentatiegraad kunnen we afleiden dat het optimum voor de fermentatie bij een glucoseconcentratie van 0,3 M ligt. Bij 0,6 M is het mogelijk dat er al een beetje osmotische stress optreedt in de gistcellen waardoor de fermentatiegraad niet groter is dan bij 0,3 M. Door de hogere suikerconcentratie zal er water uit de gistcellen onttrokken worden en vermindert de fermentatie. Uiteraard treedt er in zuiver water weinig fermentatie op.

## Onderzoeksvraag 4: welk verschil treedt op tussen de vergisting van mono- en disachariden?

### 1 Voorbereiding

---

#### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Glucose 0,3 M</li><li>- Fructose 0,3 M</li><li>- Sucrose 0,15 M</li><li>- Lactose 0,15 M</li><li>- gistoplossing</li></ul>

#### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

### 2 Experiment uitvoeren

---

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

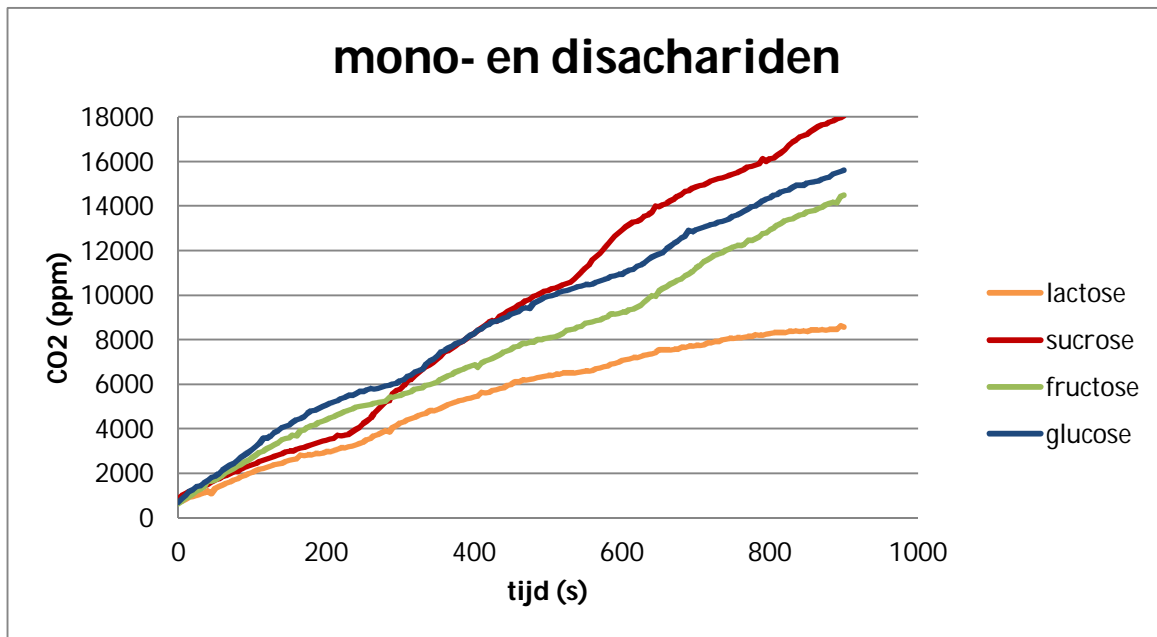
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor de verschillende suikers.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de suikeroplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

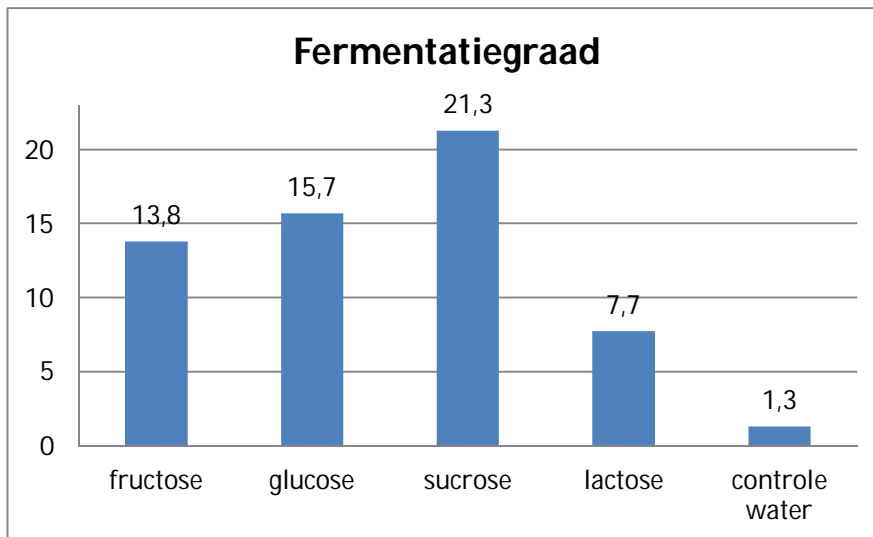
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml gedestilleerd water in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij het water en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

### 3 Resultaat weergeven



Figuur 11: grafische voorstelling van de meetgegevens, die via de TI-Nspire software overgebracht zijn naar Excel



Figuur 12: richtingscoëfficiënt van de rechten uit figuur 11(fermentatiegraad)

### 4 Reflecteren

De fermentatiegraad van glucose (15,7) is iets groter dan die van fructose (13,8). Glucose vergist dus iets beter, maar beide monosachariden hebben een hoge fermentatiegraad. Bij de disachariden is de vergisting van sucrose veel groter dan die van lactose. Sucrose bestaat uit glucose en fructose, die beiden goed fermenteren. Lactose bestaat uit glucose en galactose. Doordat de fermentatiegraad van lactose (7,7) veel lager is dan die van sucrose (21,3), kunnen we door de fermentatie van lactose besluiten dat galactose zeer slecht fermenteert en dat de behaalde fermentatie van lactose in deze proef dus afkomstig is van glucose. Doordat de disachariden in water splitsen in monosachariden is de concentratie 0,15 M i.p.v. 0,3 M zoals we bij de monosachariden genomen hebben.

## Onderzoeksvraag 5: kan vergisting optreden in de suikers van cola en cola light?

### 1 Voorbereiden

---

#### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- cola en cola light</li><li>- gistoplossing</li></ul>

#### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	4 seconden/meetwaarde
Duur	600 seconden

### 2 Experiment uitvoeren

---

Roer de cola zodanig dat er geen gas meer waarneembaar is.

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

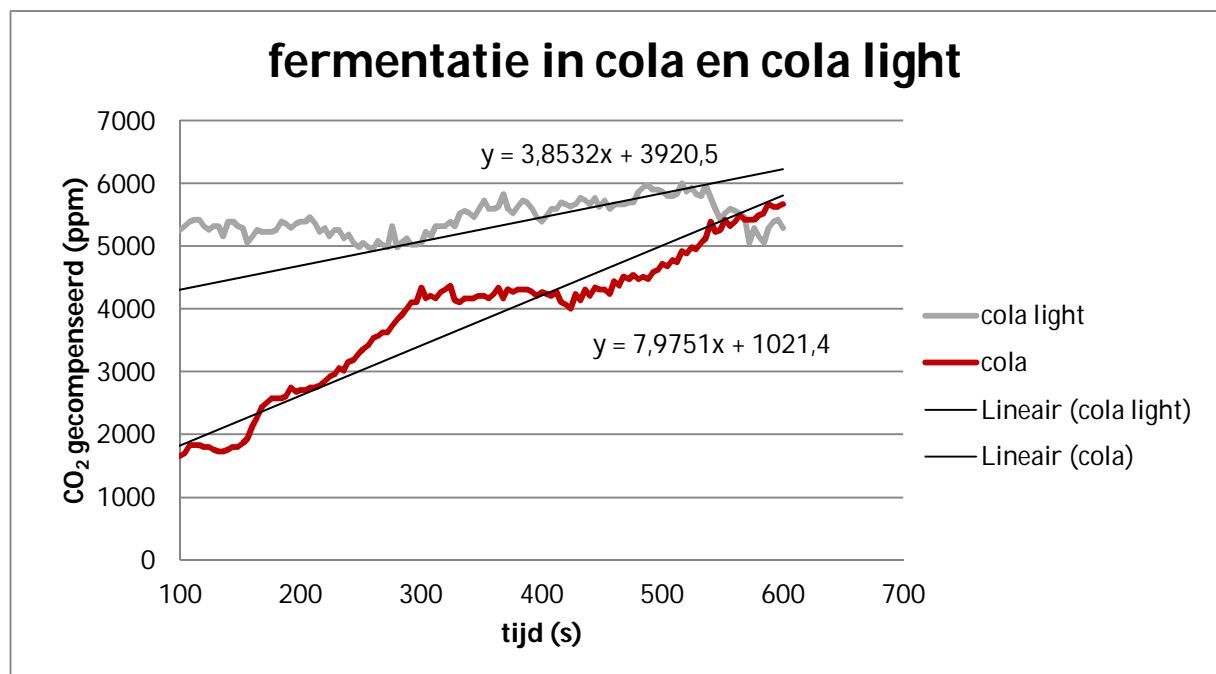
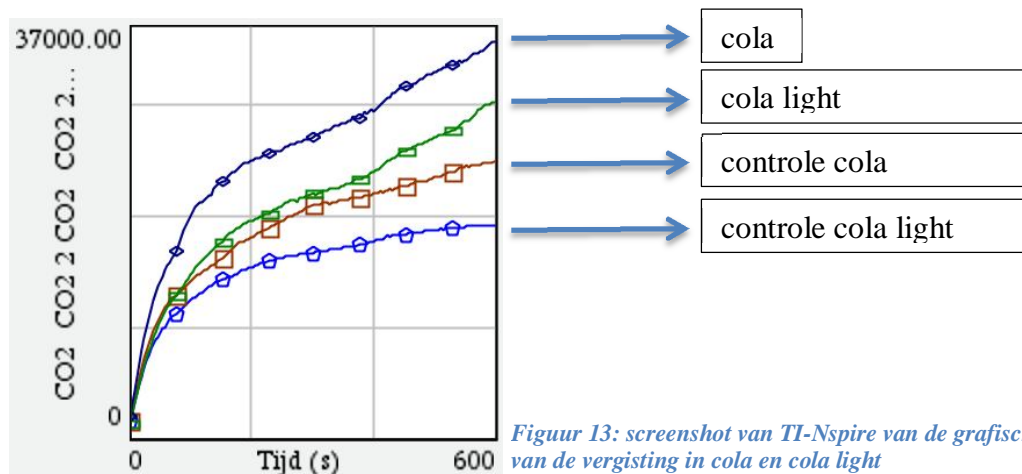
Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor de verschillende suikers.

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml cola in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml cola in de meetkamer.
- 2) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

### 3 Resultaat weergeven



### 4 Reflecteren

Zonder controle zou je na het bestuderen van de grafiek in figuur 13 kunnen besluiten dat de suikers in cola beter fermenteren dan in cola light. De gegevens werden naar Excel overgebracht en gecompenseerd met de controlegegevens. De eerste 100 seconden werden uitgesloten in de grafiek. We krijgen nu een grafiek met de CO<sub>2</sub>-productie door de fermentatie van de suikers in de frisdrank. Als we de richtingscoëfficiënten van deze rechten vergelijken, zien we dat de fermentatiegraad in cola groter is dan in cola light. In cola light is er in het begin van het experiment meer koolzuurhoudend gas gemeten. Wellicht is het nuttig om dit experiment langer uit te voeren dan 600 seconden.

# Onderzoeksvraag 6: remt zout de werking van gist?

## 1 Voorbereiden

### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- sucrose 0,15 M</li><li>- gistoplossing</li><li>- keukenzout</li></ul>

### 1.2 Instellen verzamelmodus

<b>Verzamelmodus</b>	Op tijd gebaseerd
<b>Interval</b>	4 seconden/meetwaarde
<b>Duur</b>	600 seconden

## 2 Experiment uitvoeren

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

Voer deze methode uit bij kamertemperatuur .

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 2) Pipetteer 25 ml van de sucrose-oplossing in de meetkamer en voeg 5,50 g zout toe.
- 3) Voeg de gist aan de meetkamer toe en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

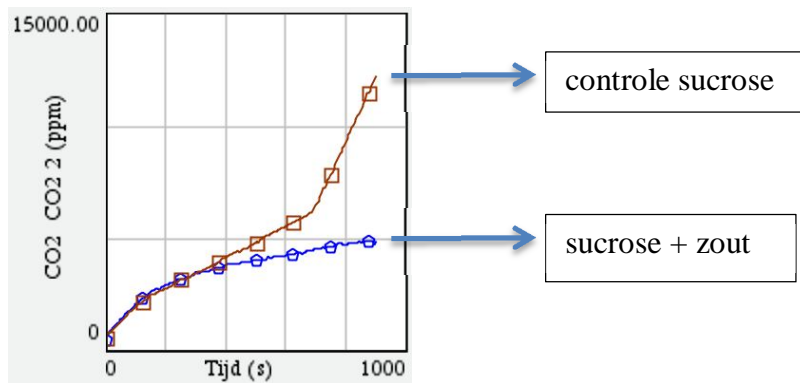
Controle:

- 1) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje
- 2) Pipetteer 25 ml van de sucrose-oplossing in de meetkamer.
- 3) Voeg de gist bij de suikeroplossing in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.



### 3 Resultaat weergeven

---



*Figuur 15: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van sucrose en sucrose met zout*

### 4 Reflecteren

---

Volgens de literatuur zal zout de werking van gist vertragen. In de resultaten zien we dat er nog steeds fermentatie is maar in veel mindere mate dan bij de vergisting van sucrose zonder zout. Zout verhoogt de osmotische stress waardoor er water uit de gistcellen wordt onttrokken. Hierdoor zal de gist zich moeilijker kunnen voortplanten. Uit de resultaten van dit experiment kan besloten worden dat zout inderdaad een vertragende werking heeft op de fermentatie.

Als bij het broodbakken te weinig zout wordt toegevoegd, dan zal er te veel koolzuurgas geproduceerd worden, zodat je deeg kapot rijst. Wordt er te veel zout toegevoegd, dan zal het brood slecht rijzen door gebrek aan CO<sub>2</sub>-belletjes in het deeg.

# Onderzoeksvraag 7: kan er vergisting optreden in zoetstoffen, zoals Stevia en Canderel?

## 1 Voorbereiden

### 1.1 Benodigheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- Stevia</li><li>- Canderel</li><li>- gistoplossing</li></ul>

### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

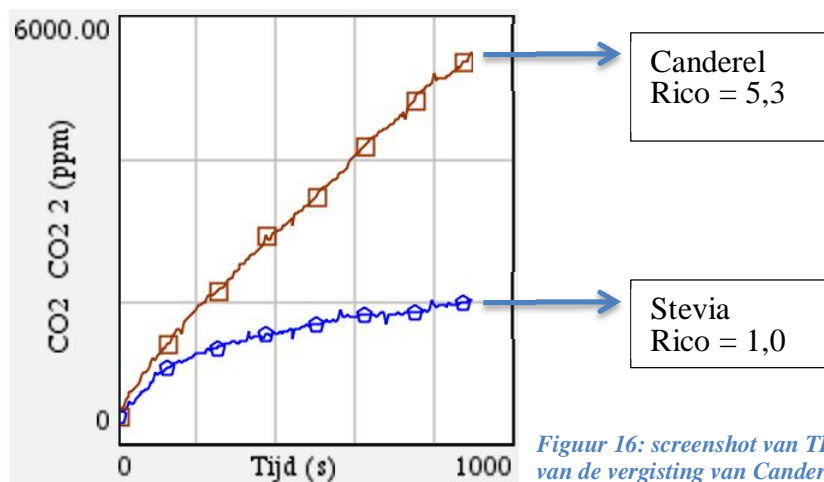
## 2 Experiment uitvoeren

Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

Voer deze methode uit bij kamertemperatuur en herhaal deze handelingen voor Canderel.

- 1) Los 2 g Stevia op in 25 ml water en doe dit in de meetkamer.
- 2) Pipetteer 25 ml van de gistoplossing in een maatbekertje.
- 3) Voeg de gist bij de Stevia in de meetkamer en schud lichtjes.
- 4) Plaats de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor in de meetkamer en start de meting.

## 3 Resultaat weergeven



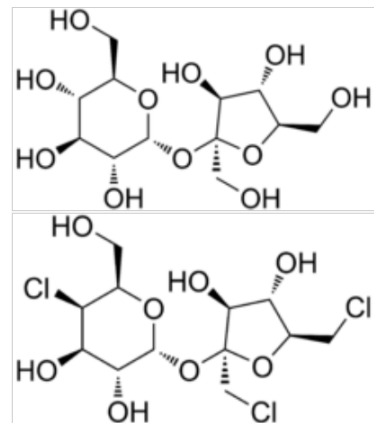
Figuur 16: screenshot van TI-Nspire van de grafische voorstelling van de vergisting van Canderel en Stevia

## 4 Reflecteren

In Canderel zit de zoetstof sucralose. De chemische structuur is bijna identiek aan sucrose. Sucralose ontstaat uit sucrose door kunstmatig drie hydroxylgroepen te vervangen door chlooratomen, waardoor deze zoetstof niet door onze darm opgenomen kan worden. Gist kan deze zoetstof wel fermenteren, maar niet zo goed als sucrose.

In Stevia zit steviolglycoside, wat een mengsel van verschillende zoetstoffen is. Stevia vergist amper want de fermentatiegraad komt overeen met zuiver water.

Aangezien Canderel uit 100% sucralose bestaat kan je ook een 0,15 M oplossing maken en deze zoetstof vergelijken met de andere disachariden. De molaire massa van sucralose bedraagt 397 g/mol. Zodoende hebben we 5,96 g nodig om een oplossing van 100 ml te maken.



*Figuur 17: de chemische structuur van sucrose (boven) en van sucralose (onder)*

## Onderzoeksvraag 8: is er een verschil in vergisting tussen analytische glucose en glucose in Dextro Energy?

### 1 Voorbereiden

---

#### 1.1 Benodigdheden

Materiaal	Stoffen
<ul style="list-style-type: none"><li>- 2x pipet 25 ml en pipetpeer</li><li>- 2x maatbekertje</li><li>- 2x CO<sub>2</sub>-sensor met meetkamer</li><li>- TI-Nspire/LabCradle of easylink</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gedestilleerd water</li><li>- glucose</li><li>- Dextro Energy (druivensuiker supermarkt)</li><li>- gistoplossing</li></ul>

#### 1.2 Instellen verzamelmodus

Verzamelmodus	Op tijd gebaseerd
Interval	5 seconden/meetwaarde
Duur	900 seconden

### 2 Experiment uitvoeren

---

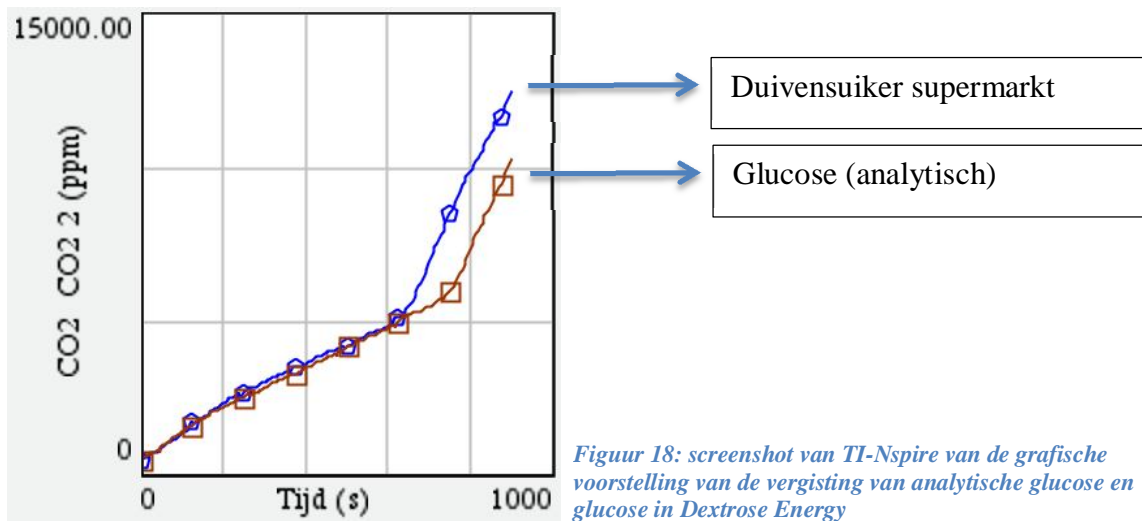
Indien er genoeg materiaal voorhanden is, kan je de metingen uitvoeren met twee sensoren tegelijk.

Voer deze methode uit bij kamertemperatuur.

- 1) Weeg één tablet druivensuiker af (ongeveer 3,30 g) en los dit op in 100 ml water. Pipetteer 25 ml van deze oplossing in meetkamer 1.
- 2) Weeg evenveel glucose af en los dit op in 100 ml water. Pipetteer 25 ml van deze oplossing in meetkamer 2.
- 3) Pipetteer twee maal 25 ml van de gistoplossing in maatbekertjes.
- 4) Voeg de gist bij meetkamer 1 en ook bij meetkamer 2.
- 5) Plaats in beide meetkamers de sonde van de CO<sub>2</sub>-sensor en start de meting.

### 3 Resultaat weergeven

---



### 4 Reflecteren

---

Doordat de analytische glucose zuiverder is dan de Dextro Energy, was het verwachte resultaat dat de analytische glucose beter zou vergisten. Uit de resultaten valt af te leiden dat de vergisting in Dextro Energy en analytische glucose gelijkaardig verloopt. Toch zal de gist in de Dextro Energy sneller meer CO<sub>2</sub> beginnen vormen. Geheel tegen de verwachtingen in.

In Dextro Energy zit 89% dextrose (glucose), maltodextrine, citroenzuur en antiklonteringsmiddel. Maltodextrine bestaat uit glucose-polymeren en lost makkelijk op in water. Citroenzuur zal ervoor zorgen dat maltodextrine makkelijker gesplitst wordt in glucose. Wellicht zorgt citroenzuur voor de versnelling van het proces zodat er sneller en meer glucose beschikbaar wordt gemaakt in de Dextro Energy oplossing dan in de oplossing van de analytische glucose.

## Bronnenlijst

Nederlands Instituut voor Biologie en Texas Instruments (2005). *Docentenhandleiding biologisch project: meten aan biologische systemen* p.5-8

Van den Berghe, M. (2014). *O ZO!: Onderzoeken doe je zo*. Mechelen: Plantyn.

Vernier Software & Technology. *Sugar Metabolism with Yeast: Ethanol sensor*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.vernier.com/products/sensors/eth-bta/>

*Maltodextrine*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Maltodextrine>

*Maltose*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Maltose>

*Sucralose*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Sucralos>

*Sucrose*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via Wikipedia: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Sacharose>

SuikerWijzer. (2010). *Zoetstoffen van de natuurvoedingswinkel*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://suikerwijzer.nl/zoetstoffen-natuurvoedingswinkel/>

*Het gistproces*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via [http://home.scarlet.be/pedroalco/Grondbeginselen/Het\\_gistproces/het\\_gistproces.htm](http://home.scarlet.be/pedroalco/Grondbeginselen/Het_gistproces/het_gistproces.htm)

Leerplan: VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/011

## Bijlage 1: candidiasis

Bron: *Candidiasis*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/candidiasis.aspx>

Candidiasis is een infectie met de gist *Candida albicans*. Een infectie kan op verschillende plaatsen van het lichaam voorkomen: op het mondslijmvlies, in de vagina, op de huid en in het bloed. *Candida albicans* komt van nature voor op het lichaam, vooral op de huid en de slijmvliesen en bijvoorbeeld in de mond en de darmen. Candidiasis kan ontstaan als de gist de gelegenheid krijgt zich in korte tijd sterk te vermenigvuldigen en doordringt in bijvoorbeeld een huidplooi of de slijmvliesen. *Candida albicans* voelt zich het prettigst in een warme, vochtige omgeving, bijvoorbeeld op warme plekjes op het lichaam, maar ook in aarde en afval.

Volgens de wetenschappelijke literatuur hebben diëten geen invloed op een infectie met *Candida albicans*. Zogenaamde anti-candida diëten hebben vaak een onevenwichtige en onvolwaardige voeding tot gevolg. Sommige diëten bevatten bijvoorbeeld geen fruit en melkproducten. Hierdoor kan op termijn een gebrek aan vezels, vitamines en mineralen ontstaan. Vaak worden bepaalde suikers verboden omdat deze onder meer de groei van *Candida albicans* zouden bevorderen. Het gaat hierbij meestal om geraffineerde suikers waartoe glucose, maltose en saccharose behoren. Ook wordt meestal het advies gegeven om geen producten te gebruiken waarin de geraffineerde suikers voorkomen en om suikers te vermijden die in fruit (fructose) en melk (lactose) zitten.

Er is geen enkel bewijs dat anti-Candida-diëten helpen. Geraffineerde suikers zijn wel belangrijke voedingsstoffen voor *Candida albicans*. Toch kan door het vermijden van deze suikers de gist niet worden uitgeschakeld. Het vermijden van geraffineerde suikers heeft daarom geen effect op de groei van *Candida albicans*. Verder is *Candida albicans* niet in staat om lactose (melksuiker) te gebruiken om te groeien. Het is daarom ook niet zinvol om melkproducten te vermijden. Over de vraag of fructose (vruchtensuiker) de groei van *Candida albicans* kan bevorderen biedt de wetenschappelijke literatuur geen duidelijkheid.

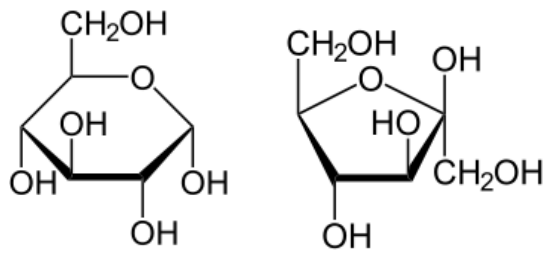


*Candida albicans* op een voedingsagar (Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library)

## Bijlage 2: omzetting van suiker in alcohol

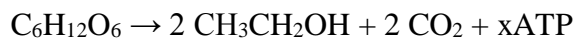
Bron: Werkgroep vinificatie. (2012). *Alcoholische gisting: omzetting van suiker in alcohol*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.brabantsewijnbouwers.nl/index.php?section=14&page=219&student=1106>

In druiven bevinden zich verschillende soorten suikers, waarvan glucose en fructose de belangrijkste zijn.



*Glucose (links) bestaat uit een ring van 5 koolstofatomen en 1 zuurstofatoom. Aan één van de koolstofatomen zit het zesde koolstofatoom vast. Fructose (rechts) bestaat uit een ring van 4 koolstofatomen en 1 zuurstofatoom. Aan twee van de koolstofatomen zitten het vijfde en zesde koolstofatoom vast.*

Gist bestaat uit ééncellige schimmels, die in staat zijn om glucose en fructose te gebruiken voor hun voortplanting en hun stofwisseling. Tijdens dit proces is zuurstof vereist. In gistende wijn is al snel bijna geen zuurstof meer aanwezig, en de omstandigheden worden dan anaeroob. Onder anaerobe omstandigheden vindt in de gistcel de volgende omzetting plaats:



Dit wil zeggen dat bij de fermentatie 1 molecuul glucose of fructose (bevat 6 C-atomen) 2 moleculen en 2 moleculen koolzuurgas ( $\text{CO}_2$ ) en een aantal moleculen ATP ontstaan. Tijdens dit proces komt er een beetje warmte vrij.

Diverse omstandigheden beïnvloeden de alcoholische gisting. We bespreken hier in het kort de belangrijkste. Behalve de hoeveelheid beschikbare vergistbare suikers zijn nog de volgende omstandigheden van belang.

### Temperatuur

Omdat voor de omzetting van suikers in de gistcel enzymen nodig zijn, is er voor de alcoholische gisting een optimale temperatuur. Daaronder en daarboven werkt het enzym (veel) minder goed. Enzymen zijn eiwitten, die boven  $50^\circ \text{C}$  uiteenvallen (denaturatie). Voor de werking van gistcellen, en dus voor de alcoholische gisting, betekent dit dat de gisting binnen bepaalde temperatuurgrenzen moet verlopen. De meeste fermentaties gebeuren bij een temperatuur tussen  $25\text{-}30^\circ \text{C}$ . Grote fermentatietanks bevatten daarom altijd een systeem om te koelen of (eventueel tijdelijk) op te warmen.

### Zuurgraad

Evenals voor de temperatuur, heeft elk enzym ook een optimum voor de pH. Enzymen in de maag kunnen een pH aan van slechts 2, sommige darmenzymen kunnen tegen een pH hoger dan 7. Voor de meeste wijngisten geldt een optimum tussen  $\text{pH} = 3,5$  en  $\text{pH} = 5,5$ . De marges voor deze enzymen zijn dus nogal ruim.



### **Alcoholgehalte**

Gistcellen maken alcohol en vergiften daarmee zichzelf. De alcoholtolerantie verschilt per gistvariant. Gisten die boven de 16% kunnen overleven zijn zeldzaam.

### **Koolzuurgas en suiker**

Gistcellen maken naast ethanol ook koolzuurgas aan en kunnen daar slecht tegen. Anders dan alcohol, heeft CO<sub>2</sub> een veel grotere neiging om te ontsnappen aan de gistende massa.

Suiker wordt gebruikt als grondstof (substraat), maar meer is niet altijd beter. Als de gistcellen omringd worden door vloeistof met een zeer hoog suikergehalte, heeft water in de gistcellen de neiging om door de celwand heen naar buiten te gaan (osmotische werking). Gistcellen kunnen zo zelfs afsterven. Per gistsoort verschilt de gevoeligheid voor hoge suikerwaarden en de meeste wijnmakers zullen van dit verschijnsel geen last hebben bij het maken van gewone wijn.

## Bijlage 3: brood bakken

Bron: *Broodbaktips: ingrediënten*. Geraadpleegd op 14 juli 2014 via <http://www.domo-elektro.be/nl-be/broodbaktips.aspx>

De belangrijkste factoren voor het bakken van een geslaagd brood zijn de kwaliteit, de versheid en het correct afwegen van uw ingrediënten.

**Bloem** is het basisbestanddeel van brood. Het gewicht van de bloem verschilt van soort tot soort. Daarom is het absoluut noodzakelijk de juiste hoeveelheid af te meten met een weegschaal.

Advies : let met het kopen van bloem op de tekst van de verpakking. Er moet op staan dat de bloem geschikt is voor het maken van onder andere brood.

**Gluten** zitten van nature in bloem en bevorderen de rijzing van het brood.

**Gist** is een micro-organisme dat groeit op diverse plantaardige voedingsmiddelen. Gist heeft het vermogen om suiker om te zetten in alcohol en koolzuurgas, waardoor het zich bijzonder snel vermeerdert. Ideaal dus om het deeg te laten rijzen en het lichter en beter verteerbaar te maken. Wij adviseren in de broodbakmachine droge gist te gebruiken. Deze (korrel)gist is gemakkelijker te verwerken, langer houdbaar dan verse gist en het geeft een constanter bakresultaat dan verse gist.

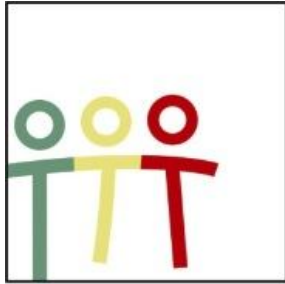
**Zout** zorgt niet alleen voor een bepaalde smaak aan het brood, maar regelt ook de activiteit van gist, maakt het deeg stevig en vast en voorkomt dat het brood te hard rijst.

**Boter en olie** geven een betere smaak aan het brood en maken het brood zachter. De boter of olie moet op kamertemperatuur zijn voor u deze bij de andere ingrediënten voegt.

**Suiker** is de voedingsbron voor de gist en een belangrijk bestanddeel van het rijzingsproces. U kunt gewone witte suiker, bruine suiker, stroop of honing gebruiken. Het geeft een zekere zachtheid aan de smaak van het brood, verhoogt de voedingswaarde en helpt het brood langer te bewaren.

Wanneer de bloem vermengd wordt met het **water**, vormen de gluten zich en wordt de lucht afgesloten, zodat het brood kan rijzen. Bij normale omgevingstemperatuur gebruikt u lauwwater om het brood te maken: koud water activeert de gist niet en warm water activeert de gist te sterk.

**Melk** doet de broodkorst bruinen, verbetert de smaak van het brood, verhoogt de voedingswaarde en geeft een mooie romige kleur binnenin. Indien u verse melk gebruikt, dan dient u de hoeveelheid water uiteraard te verminderen om het vochtigheidspeil in evenwicht te houden.



T<sup>3</sup> VLAANDEREN

# Wetenschapsdag T<sup>3</sup> Vlaanderen Oostende

19 augustus 2014

## Introductie tot het verzamelen van data met sensoren

*Jürgen Schepers*

The screenshot shows a software interface for data collection. The main display shows a temperature reading of 25.1 °C for channel 1 (CH1). The interface includes a control panel with a play button for starting measurements, a gear icon for settings, and a list of parameters: Mode (Time Based), Rate (0.005 samples/s), and Duration (86400 s). Callouts provide detailed explanations for these and other features:

- Experiment instellen:** Points to the gear icon.
- Instellingen van het experiment:** Explains that settings can be adjusted by clicking on the gear icon.
- Meting starten:** Points to the play button.
- Markeringen aanbrengen:** Points to the list of parameters.
- Meetwaarden opslaan:** Points to the save icon.
- Kanaal 1 (CH1): huidige meetwaarde met aanduiding van de grootheid & eenheid.** Points to the 25.1 °C reading.
- Meterweergave:** Explains that it shows the current value.
- Grafiekweergave:** Explains that it shows the graph of the measurements.
- Tabelweergave:** Explains that it shows the table of the measurements.

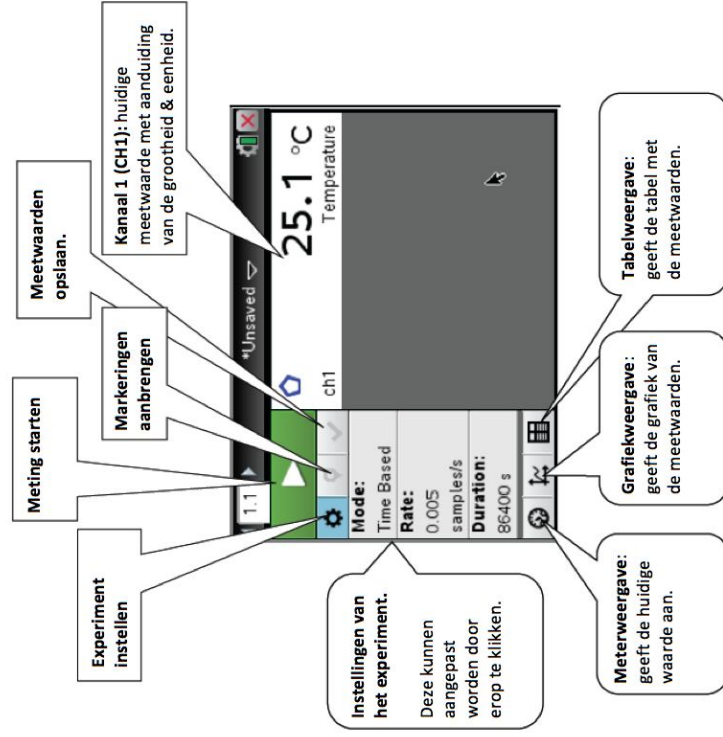
**Duits T<sup>3</sup> Natuurkunde Auteurs Team**  
**Dataverzameling en analyse met TI-Nspire 3.9**  
**Redactie Dr. Karl-Heinz Keunecke en Mirco Tewes**  
**Vertaling Cathy Baars**  
**Aanpassing 3.9 Hans Bekaert**

**Inhoud**

1	Metingen verrichten met TI-Nspire Technologie	2
	Eerste metingen	3
2	Tijdsafhankelijke metingen	4
3	Metingen met gegevensinvoer	5
4	Metingen uitvoeren, opslaan en herhalen	6
5	Verschillende grafische weergaven	7
6	Een deelverzameling van de metingen selecteren	9
7	Triggering	10
8	Aanpassen van sensorinstellingen	11

## Metingen verrichten met DataQuest

Onderstaande schermen worden zichtbaar indien een sensor is aangesloten .



## Metingen met één sensor

### 1. Metingen verrichten met TI-Nspire™ CX

(Kleinste interval tussen metingen is 0.02s)

De CBR2 is via de USB rechtstreeks aangesloten op de rekenmachine.

### 2. Metingen verrichten met TI-Nspire™ CX

(Kleinste interval tussen metingen is 0.02s)

Een groot aantal sensoren kan aangesloten worden via Easy Link


## Metten met verschillende sensoren

Metten met de Lab Cradle en TI-Nspire™ CX

(Meten met een 12 bit nauwkeurigheid en een meetfrequentie van maximaal 10<sup>5</sup> Hz)


Drie analoge en twee digitale sensoren kunnen tegelijkertijd aangesloten worden op de cradle. De Lab Cradle herkent alle Vernier sensoren en stelt automatisch de meetinstellingen en de kalibratie in. Dit is zichtbaar in het instellingen scherm.

**1**




Als een nieuw document wordt geopend dan verschijnt dit scherm. Selecteer Vernier DataQuest om metingen te verrichten met sensoren en de Lab Cradle

**3**



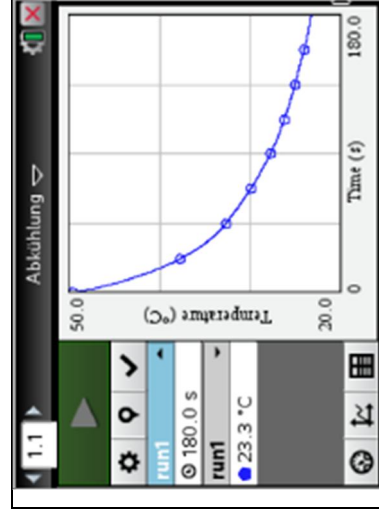
De sensor wordt in heet water gestopt, eruit gehaald, drooggemaakt en vervolgens op een tafel gelegd. De metingen zijn gestart door op de startknop te klikken.

**2**



Een temperatuursensor wordt aangesloten en dan automatisch gedetecteerd. De huidige waarde wordt getoond. De meetinstellingen zijn: 2 metingen per seconde gedurende 180 s. Dit is zichtbaar in het linker detailscherm.

**4**



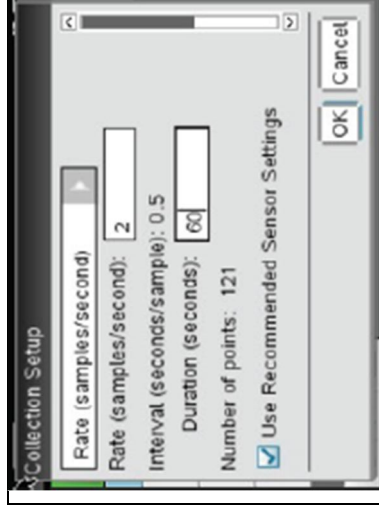
Na 180 s zijn de metingen klaar. Ze worden weergegeven in een (T,t) diagram. Als je klikt op de "opslaan" knop dan worden de metingen opgeslagen onder run1. (run1.tijd en run1.temperatuur).  
Tip: de punten op de lijn zijn markeren en geen meetpunten.

1



Na het starten van DataQuest en het aansluiten van de sensor wordt de gemeten waarde weergegeven. De meetinstellingen kunnen worden aangepast: klik op het tandwiel-icoon.

4



Duur van de metingen: Nadat de duur van de metingen is ingesteld, wordt het aantal meetpunten automatisch berekend. De instellingen zijn opgeslagen na op OK te drukken.

2



Om tijdsmetingen uit te voeren:

Klik op Mode

Selecteer: Time Based (tijdgebaseerd)

5



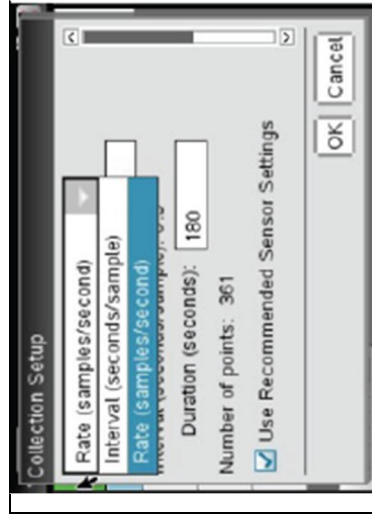
Start de meting door op b dan

- 1: Experiment,
- 2: Gegevensverzameling starten te drukken

Of

Door te drukken op de groene startknop

3



**Meetsnelheid** (frequentie): Er zijn twee mogelijkheden:

**Snelheid** : meetpunten/seconde

**Interval**: seconde / meetpunt

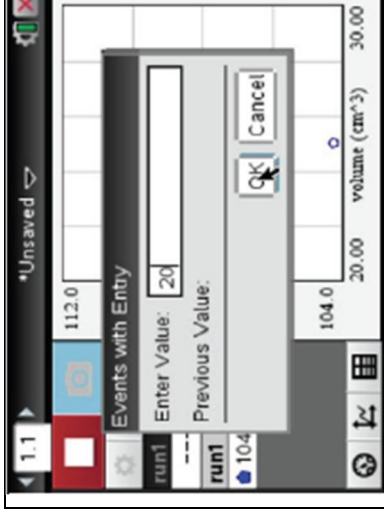
Opmerking: je kan de instellingen van het experiment ook via het menu aanpassen. Klik daartoe op b en kies dan  
1: Experiment,

1



Een druksensor is aangesloten. De metingen bestaan uit (automatische) druk metingen en de handmatige invoer van een tweede waarde (volume)

4



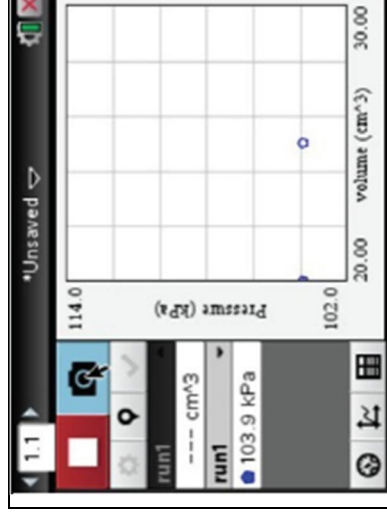
De eerste meting wordt verricht als de groene startknop wordt ingedrukt. De waarde van de tweede variabele (volume) kan worden ingevoerd nadat is ingedrukt. OK indrukken tekent het meetpunt in de grafiek.

2



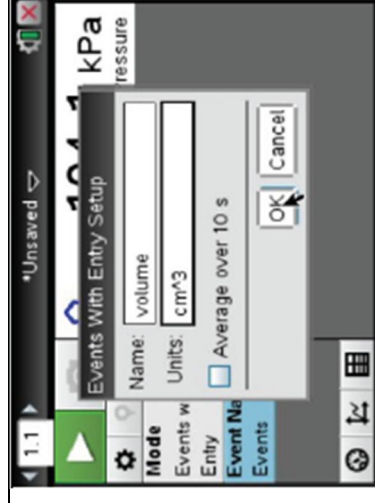
Gebeurtenissen met invoer (metingen met extra handmatige invoer).  
Klik op MODE of Kies b en dan 1: Experiment, 7: Verzamelmodus Kies "Gebeurtenissen met invoer"

5



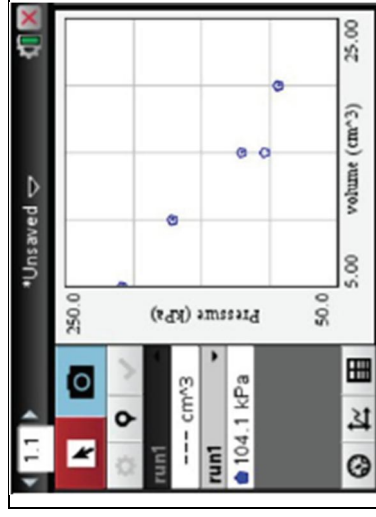
Het getekende punt verschijnt aan de linkerkant. Het tweede punt geeft de huidige meetwaarde van de sensor aan. Voor een volgende meting: druk op en herhaal de vorige stap.

3



Definieer de invoer: Geef grootheid en eenheid van de waarden die met de hand worden ingevoerd (volume, cm<sup>3</sup>). Met OK worden de instellingen opgeslagen.

6



Verzamel alle meetpunten op deze manier. Het grafiekscherm herschaalt automatisch. Druk weer op de startknop om de metingen te stoppen. Druk op de "opslaan" knop om de metingen op te slaan.



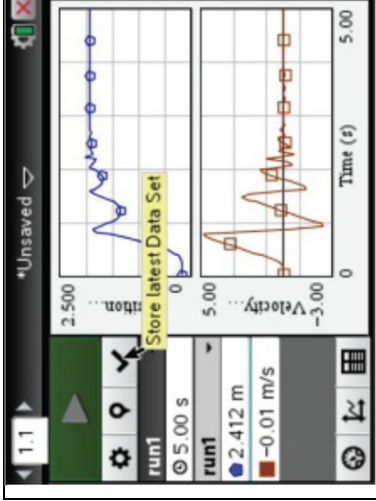
1



Als een sensor wordt aangesloten wordt automatisch DataQuest geopend in het open document.

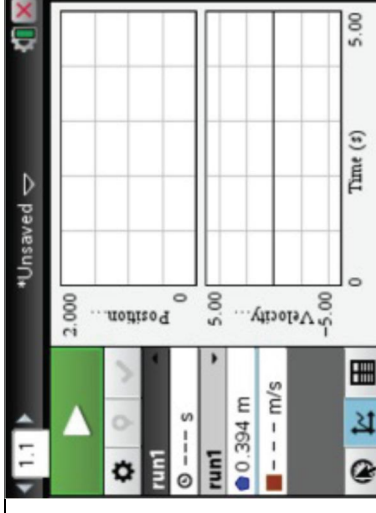
De huidige meetwaarde en de meetinstellingen worden getoond.

4



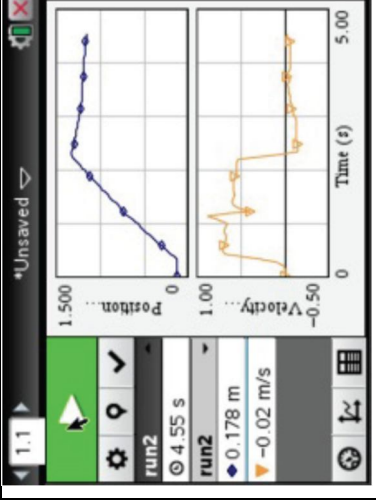
Bewaren van metingen. Nadat op de opslaan-knop is gedrukt, zijn de metingen opgeslagen als run1. Wordt echter meteen na de metingen weer de groene startknop ingedrukt, dan worden de metingen in run1 overschreven.

2



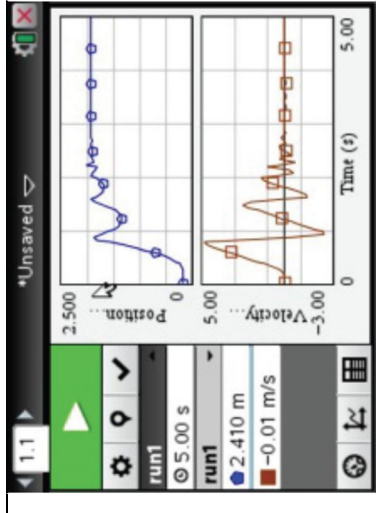
Metingen kunnen weergegeven worden als een grafiek of een tabel. Klik op het bijhorende icoon of Druk op b dan  
5: Beeld  
2: Grafieken of  
3: Tabel

5



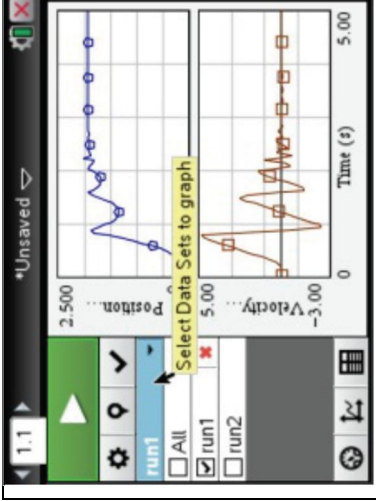
Nadat de data zijn opgeslagen, veroorzaakt het drukken op de groene startknop het ontstaan van een nieuwe dataset run2.

3



Start meten:  
b dan  
1: Experiment,  
2: Gegevensverzame-  
ling starten  
of  
Druk op de startknop  
De metingen worden verzameld als run1.

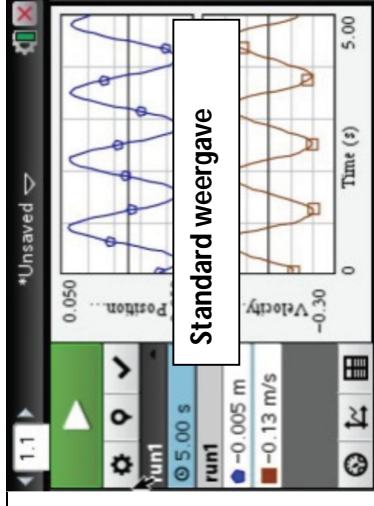
6



**Bekijken van een bepaalde run**  
Klik op Select Data Sets to graph.  
Alle beschikbare meetseries (runs) worden dan getoond.

## 5. Verschillende grafische weergaven

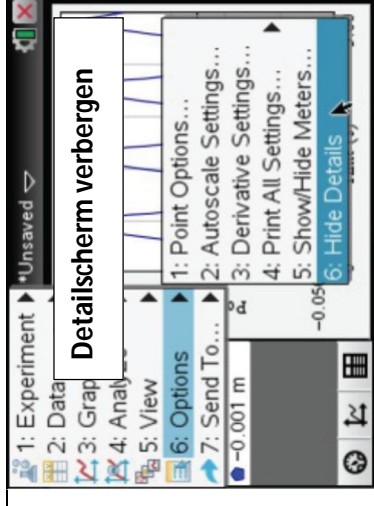
1



De beweging van een slinger is vastgelegd met een CBR. In de standaard weergave zijn de variabelen weergegeven met verschillende markeringen zoals in het detail scherm aan de linkerkant.

**Standard weergave**

4



Verbergen van detailscherm met meetinstellingen.

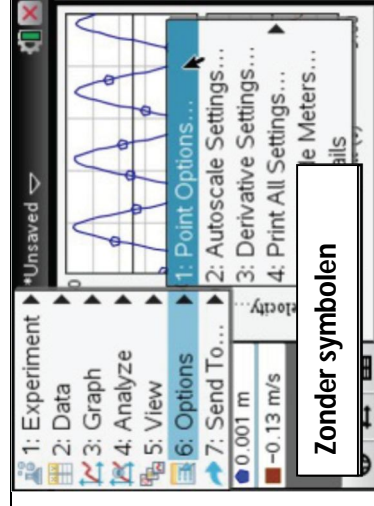
b dan  
6: Opties  
6: Details verbergen

Herhaal deze stappen om het weer zichtbaar te maken.

**Detailscherm verbergen**

- 1: Point Options...
- 2: Autoscale Settings...
- 3: Derivative Settings...
- 4: Print All Settings...
- 5: Show/Hide Meters...
- 6: Hide Details

2



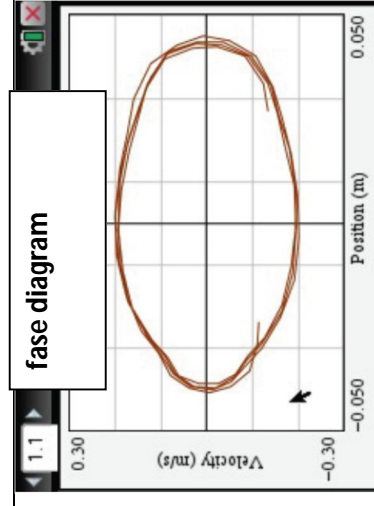
Verwijderen van de symbolen:

b dan  
6: Opties  
1: Punt Opties

In het volgende scherm kies dan Geen i.p.v. regionaal. Bevestig met OK.

**Zonder symbolen**

5

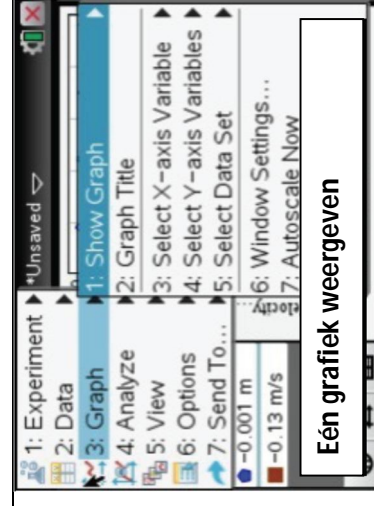


Fase diagram:

b dan  
3: Grafieken  
3: Selecteer kolom X-as  
2: Positie  
4: Selecteer kolom Y-as  
3: Snelheid

**fase diagram**

3



Eén grafiek .

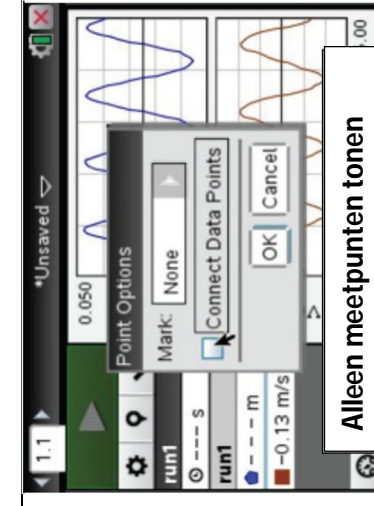
b dan  
3: Grafieken  
1: Grafiek weergeven.

Kies de gewenste grafiek in het submenu.

**Eén grafiek weergeven**

- 1: Show Graph
- 2: Graph Title
- 3: Select X-axis Variable
- 4: Select Y-axis Variables
- 5: Select Data Set
- 6: Window Settings...
- 7: Autoscale Now

6



Alleen meetpunten tonen:

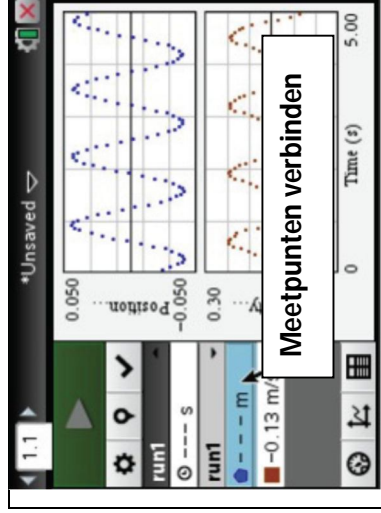
b dan  
6: Opties  
1: Punt opties

In keuzemenu de-selecteer Gegevenspunten verbinden.

**Alleen meetpunten tonen**

Point Options  
Mark: None  
 Connect Data Points  
OK Cancel

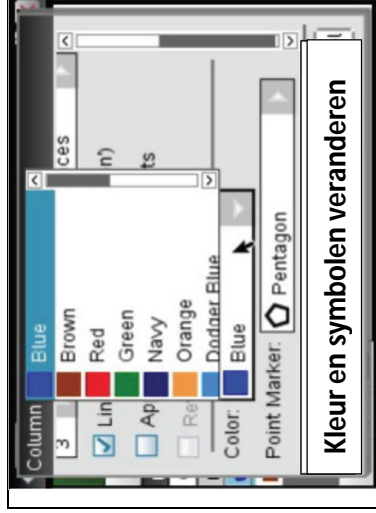
7



Meetpunten verbinden:

- b dan
- 6: Opties
- 1: Punt Opties
- Selecteer
- Gegevenspunten
- verbinden.

8



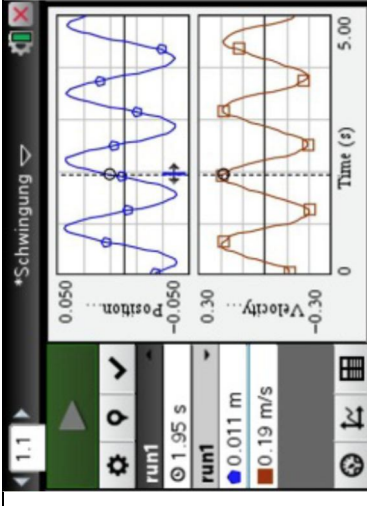
Kleur en symbool  
veranderen:

Klik in het linker scherm  
het symbool of kleur die  
je wenst te veranderen  
(zoals in afbeelding 7)  
en pas de nodige  
instellingen aan.

## 6. Een deelverzameling van de metingen selecteren

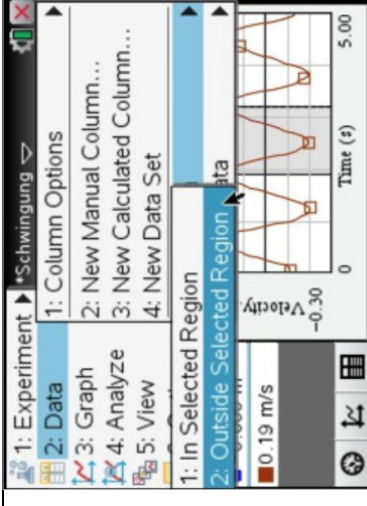
## TI-Nspire™ OS 3.9

1



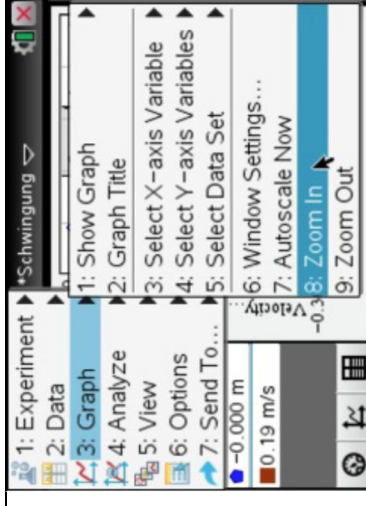
De interessante metingen worden geselecteerd door de cursor naar de ondergrens te bewegen, 1s in te drukken en dan naar de bovengrens te bewegen. Dan nogmaals klikken om de selectie af te ronden.

4



Alle data zijn beschikbaar maar niet zichtbaar. Indien de niet zichtbare data ook niet gebruikt moeten worden voor verdere analyse, dan moeten deze data worden “doorgestreept”.

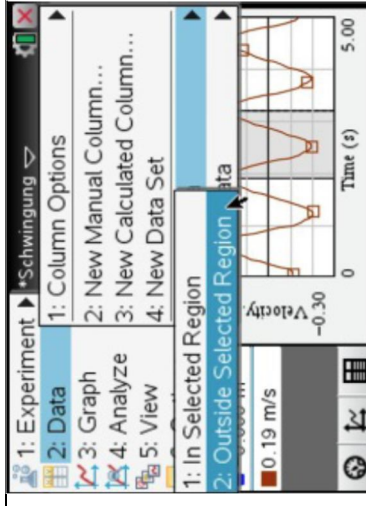
2



Het geselecteerde gebied vergroten:

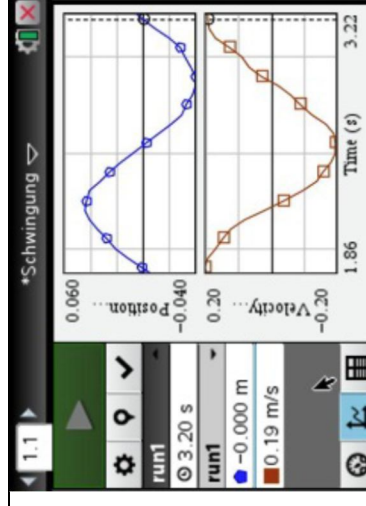
- b dan
- 3: Grafieken
- 8: Zoom

5



- b dan
- 2: Gegevens
- 5: Gegevens doorstrepen
- 2: Buiten geselecteerde regio

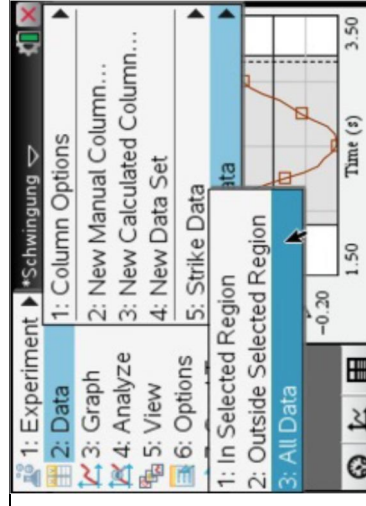
3



Indien de verkeerde selectie is gemaakt, gebruik dan de optie automatisch schalen om alle metingen weer te zien.

- b dan
- 3: Grafieken
- 7: Nu automatisch schalen

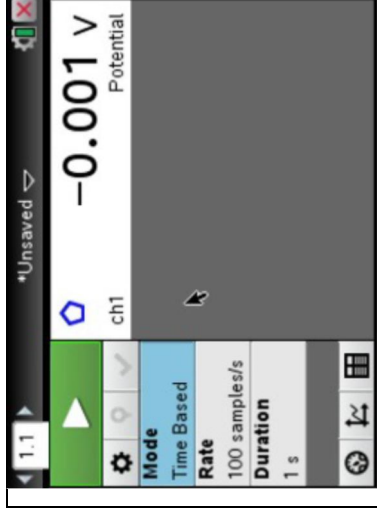
6



Gegevens herstellen

- b dan
- 2: Gegevens
- 6: Gegevens herstellen
- 3: Alle gegevens

1



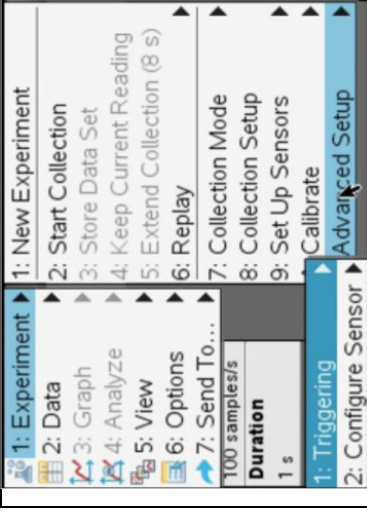
De Lab Cradle moet zijn aangesloten op de rekenmachine of de computer. Er moet minimaal één sensor zijn aangesloten. Stel de meetfrequentie en de meettijd in (zie A2).

4



Na het instellen en op OK drukken staan de ingestelde waarde in het detailvenster. Als op de startknop gedrukt wordt, dan verschijnt de grafiekweergave.

2

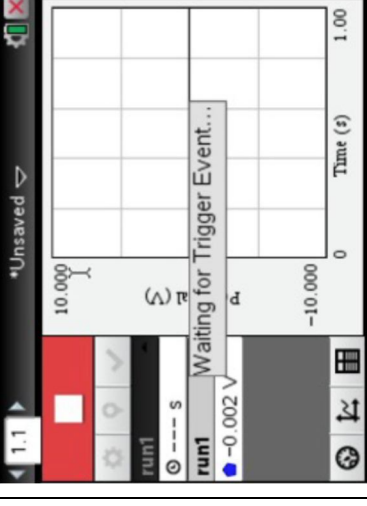


Kies triggering via

b en dan:

- 1: Experiment,
- B: Geavanceerde setup
- 1: Aanzetten
- 1: Setup

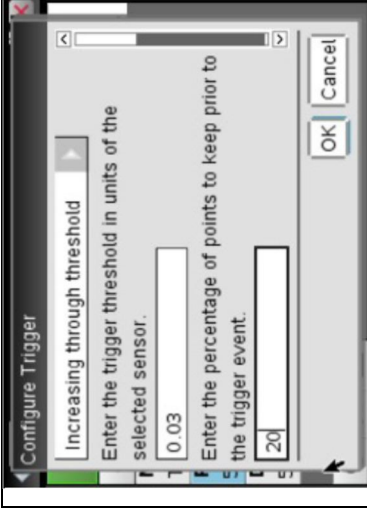
5



Op het scherm staat dan : "Wachten op startgebeurtenis...."

De metingen starten als de drempelwaarde is bereikt (toenemend of afnemend).

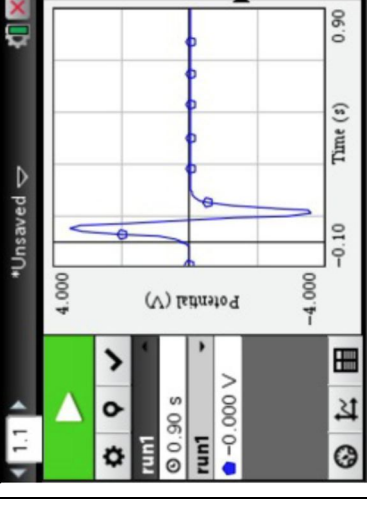
3



Mogelijkheden:

- Welke sensor,
- Soort trigger: oplopend of afnemend door de drempelwaarde.
- De drempelwaarde
- Aantal punten voor triggergebeurtenis.

6



Na de triggering worden de metingen (inclusief de metingen voorafgaand aan de trigger) weergegeven in de grafiek.

De  $t = 0$  wordt geplaatst op het moment dat de drempelwaarde is bereikt.

1



In DataQuest kunnen de sensorinstellingen worden aangepast. Indien verschillende sensoren zijn aangesloten, kan dit voor elke sensor afzonderlijk worden gedaan.

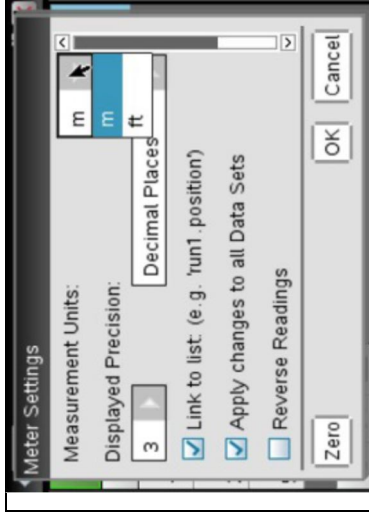
4



Nulpunt vastleggen

Kies in het instellingenvenster voor de juiste optie. Nul (of bijna nul) wordt nu weergegeven. Indien dit niet gebeurt, dan opnieuw nulpunt instellen.

2



Verandering van eenheden:

b dan:  
1: Experiment,  
9: Instellen van sensoren  
Kies de sensor en pas de instellingen aan.

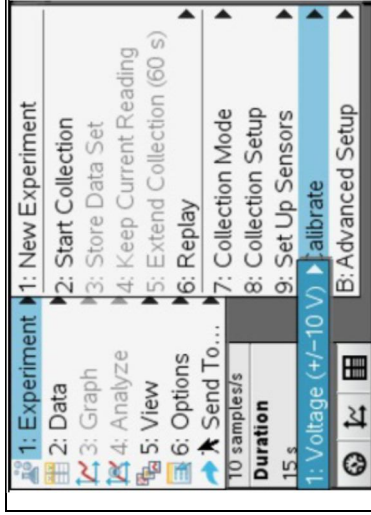
5



Omkeren:

b dan:  
1: Experiment,  
9: Instellen sensoren  
Kies voor de juiste optie.

3



Sensor iken:

b dan  
1: Experiment,  
A: Ijken



