

Duits T³ Natuurkunde Auteurs Team

Instructies voor dataverzameling en analyse met TI-Nspire© technologie (TI-OS 3.x)

Redactie Dr. Karl-Heinz Keunecke en Mirco Tewes

Vertaling Cathy Baars

Inhoud

A1	Metingen verrichten met TI-Nspire Technologie	2	A9	Metingen gebruiken in andere applicaties (Rekenmachine, Grafieken, Lijsten & Spreadsheet, Gegevensverwerking & Statistiek)	12
	Eerste metingen	3			
A2	Tijd-afhankelijke metingen	4	A10	Passende functie vinden bij data met behulp van regressie	13
A3	Metingen met gegevensinvoer	5	A11	Metingen modeleren met gedefinieerde of zelf gecreëerde functies	14
A4	Metingen uitvoeren, opslaan en herhalen	6	A12	Remote sensing	15
A5	Verschillende grafische weergaven	7	A13	Het gebruik van de applicaties: Grafieken en Lijsten & Spreadsheet	16
A6	Een deelverzameling van de metingen selecteren	9	A14	Automatische berekening van snelheid (Grafieken)	18
A7	Triggering	10	A15	Modelleren met schuifknoppen (Grafieken)	19
A8	Aanpassen van sensorinstellingen	11	A16	Numerieke integratie en differentiatie (Lijsten & Spreadsheets)	20

Metingen verrichten met DataQuest

Onderstaande schermen worden zichtbaar indien een sensor is aangesloten .

The screenshot shows the DataQuest interface with the following callouts:

- Meter weergave**: Geeft de actuele waarde aan
- Grafiek weergave**: Geeft een grafiek van de metingen
- Tabel weergave**: Tabel met metingen
- Instelling van de metingen**: Points to the Mode, Rate, and Duration settings.
- Knop om de metingen te starten**: Points to the green play button.
- Opslaan**: Points to the save icon.
- Ch1: Actuele waarde**: Points to the large '24.3 °C' display.



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)

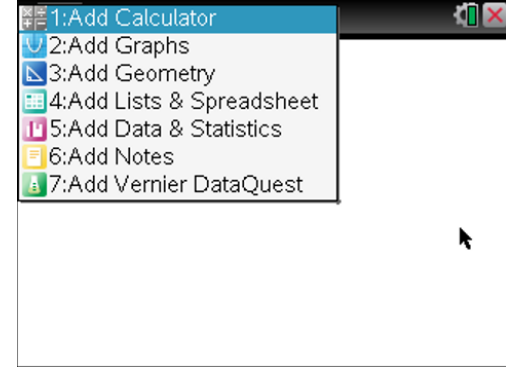
Een groot aantal sensoren kan aangesloten worden via Easy Link

Metten met verschillende sensoren

Metten met de Lab Cradle en TI-CX Nspire™ (Meten met een 12 bit nauwkeurigheid en een meetfrequentie van maximaal 10^5 Hz)

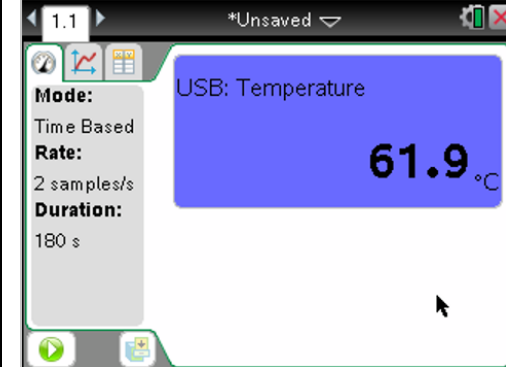
Drie analoge en twee digitale sensoren kunnen tegelijkertijd aangesloten worden op de cradle. De Lab Cradle herkent alle Vernier sensoren en stelt automatisch de meetinstellingen en de kalibratie in. Dit is zichtbaar in het instellingenscherf.

1



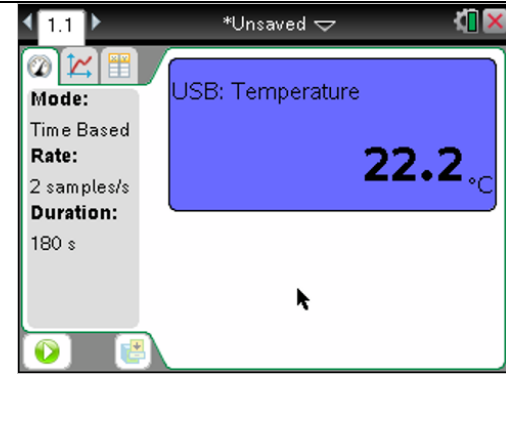
Als een nieuw document wordt geopend dan verschijnt dit scherm. Selecteer Vernier DataQuest om metingen te verrichten met sensoren en de Lab Cradle

3



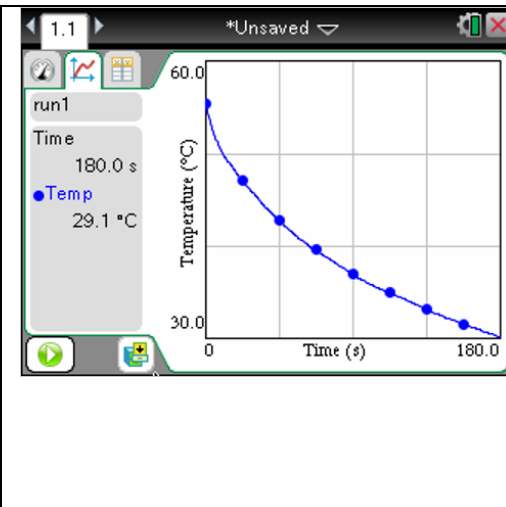
De sensor wordt in heet water gestopt, eruit gehaald, drooggemaakt en vervolgens op een tafel gelegd. De metingen zijn gestart door op de startknop te klikken.

2



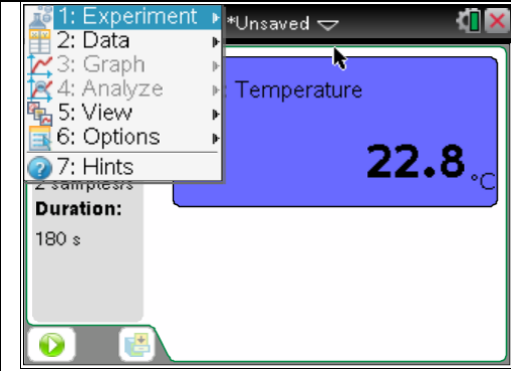
Een temperatuursensor wordt aangesloten en dan automatisch gedetecteerd. De huidige waarde wordt getoond. De meetinstellingen zijn: 2 metingen per seconde gedurende 180 s. Dit is zichtbaar in het linker detailscherm.

4



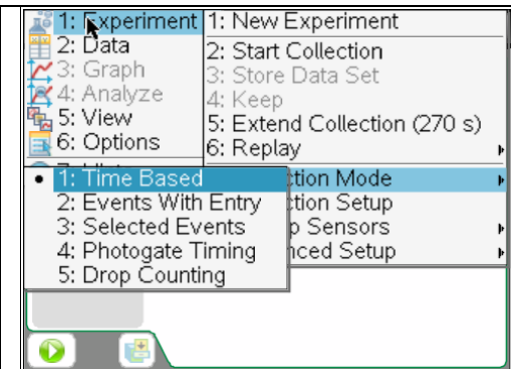
Na 180 s zijn de metingen klaar. Ze worden weergegeven in een (T,t) diagram. Als je klikt op de “opslaan” knop dan worden de metingen opgeslagen onder run1. (run1.tijd en run1.temperatuur). tip: De punten op de lijn zijn symbolen en geen meetpunten.

1



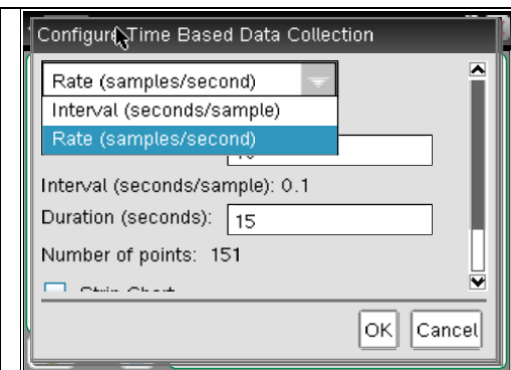
Na het starten van DataQuest en het aansluiten van de sensor wordt de gemeten waarde weergegeven. De meetinstellingen kunnen worden aangepast. Druk op **menu** en dan 1: Experiment

2



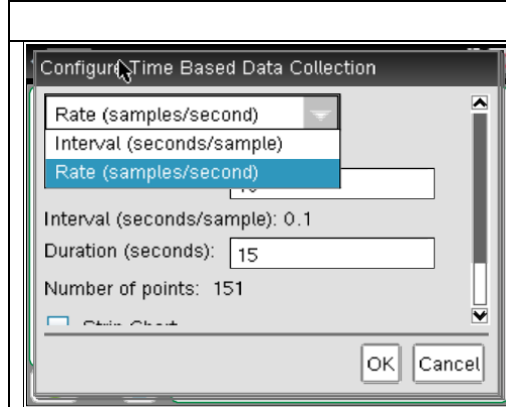
Om metingen in de tijd uit te voeren selecteer: 7: verzamelmodus 1: op tijd gebaseerd.

3



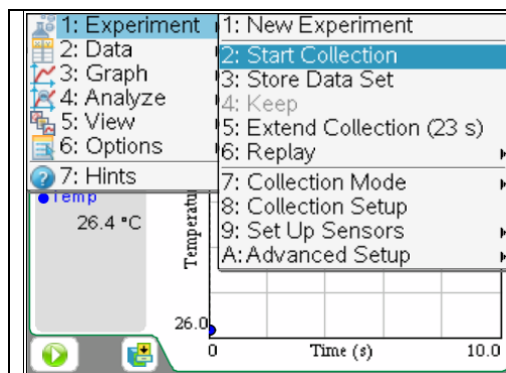
Meetsnelheid: (frequentie) Er zijn twee mogelijkheden:
Snelheid : steekproeven/ seconde
Interval tussen steekproeven:

4



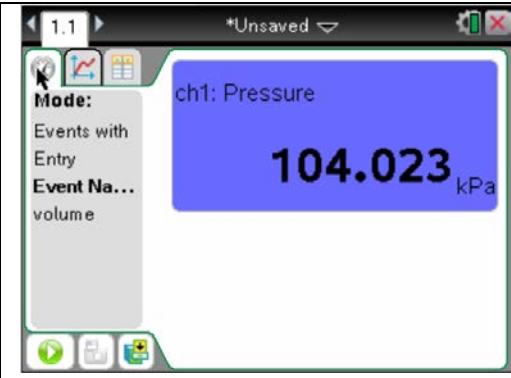
seconde / steekproef
Duur van de metingen: Nadat de duur van de metingen is ingesteld, wordt het aantal meetpunten automatisch berekend. De instellingen zijn opgeslagen na op OK te drukken.

5



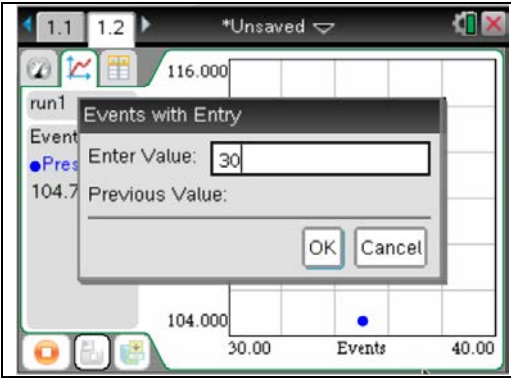
Start de meting door op **menu** dan 1: Experiment, 2: Gegevensverzameling starten te drukken
Of Door te drukken op de startknop



1



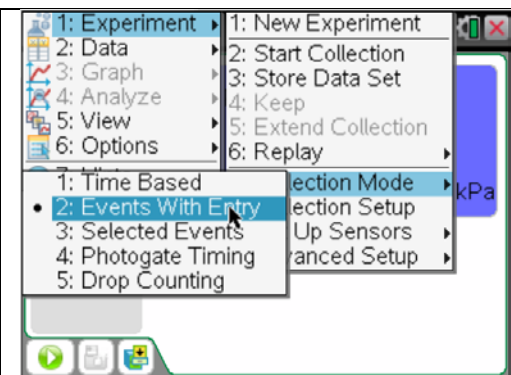
Een druksensor is aangesloten. De metingen bestaan uit (automatische) drukmetingen en de handmatige invoer van een tweede waarde (volume)

4



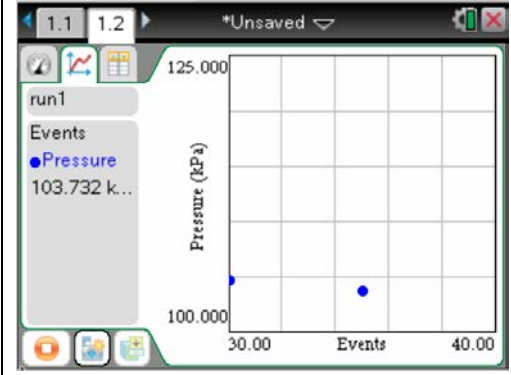
De eerste meting wordt verricht als de startknop  wordt ingedrukt. De waarde van de tweede variabele (volume) kan worden ingevoerd nadat  is ingedrukt. OK indrukken tekent het meetpunt in de grafiek.


2



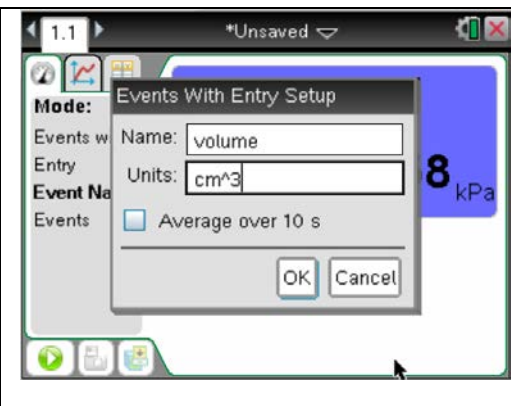
Gebeurtenissen met invoer (metingen met extra handmatige invoer). Kies **menu** en dan 1: Experiment, 7: Verzamelmodus 2: Gebeurtenissen met invoer

5



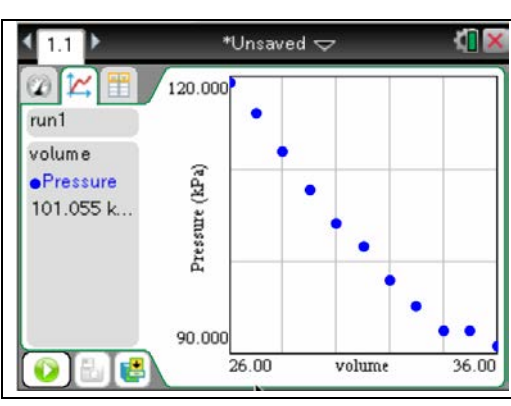
Het getekende punt verschijnt aan de linkerkant. Het tweede punt geeft alleen de huidige meetwaarde van de sensor aan. Voor een volgend meter: op  en het scherm van 4 verschijnt weer en toont de vorige waarde van de 2^{de} variabele.

3



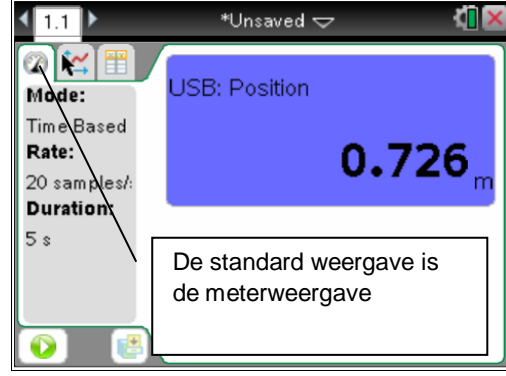
Definieer de invoer: Geef grootheid en eenheid van de waarden die met de hand worden ingevoerd (volume, cm^3). Met OK worden de instellingen opgeslagen.

6



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

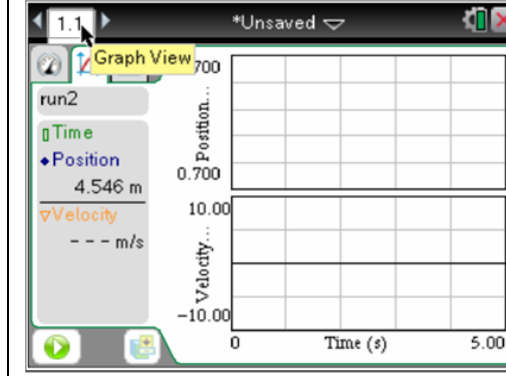
1





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

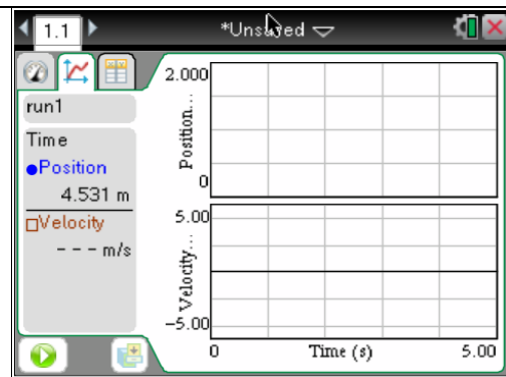
De huidige meetwaarde en de meetinstellingen worden getoond.


4



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

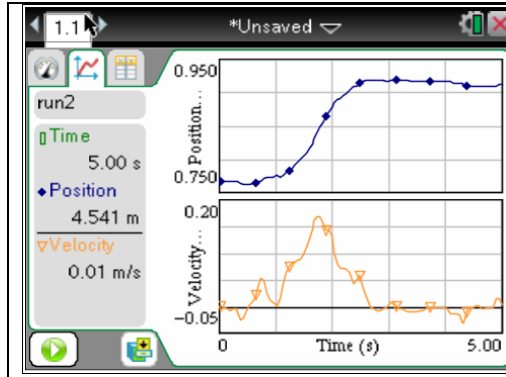
2




Metingen kunnen weergegeven worden als een grafiek of een tabel. Druk op  dan

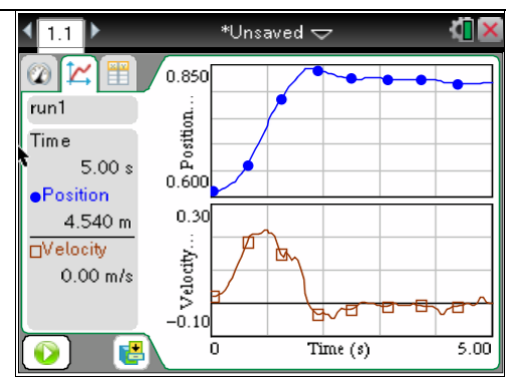
5: Beeld
2: Grafiek of
3: Tabel


5



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

3

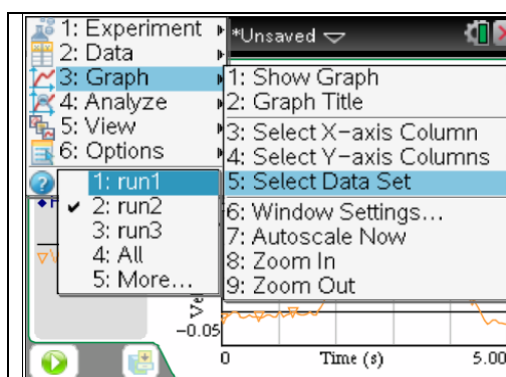


Start meten:  dan


1: Experiment,
2: Gegevensverzameling starten of

Druk op de startknop
De metingen worden verzameld als run1.

6



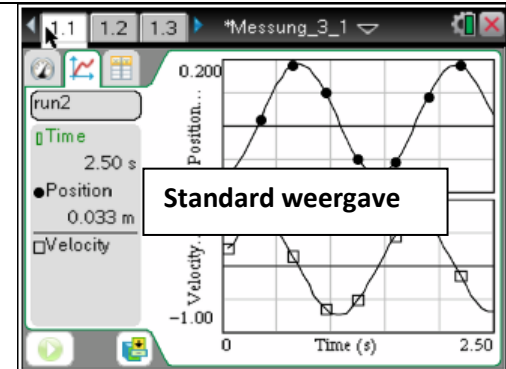
Bekijken van een bepaalde run

 dan

3: Grafiek
5: Select de gegevensset .

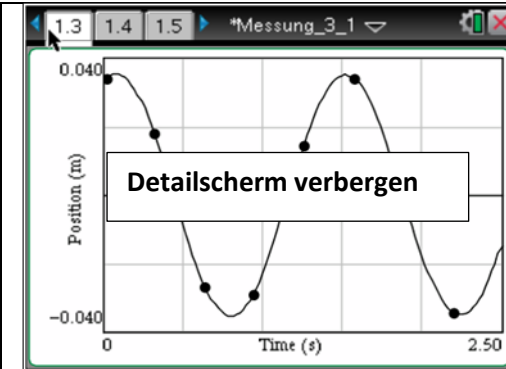
In het dan volgende menu worden alle bestaande meetseries (runs) getoond.

1



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

4

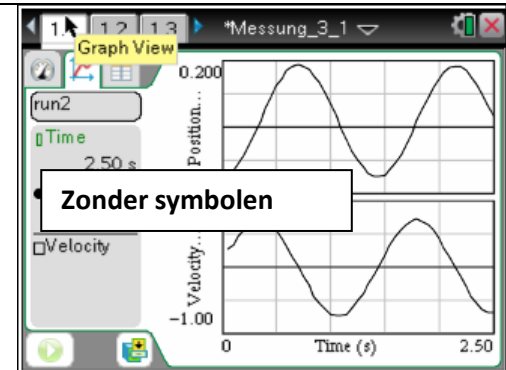


Verbergen van detailscherm met meetinstellingen.

[menu] dan
6: Opties
6: Details verbergen

Herhaal deze stappen om het weer zichtbaar te maken.

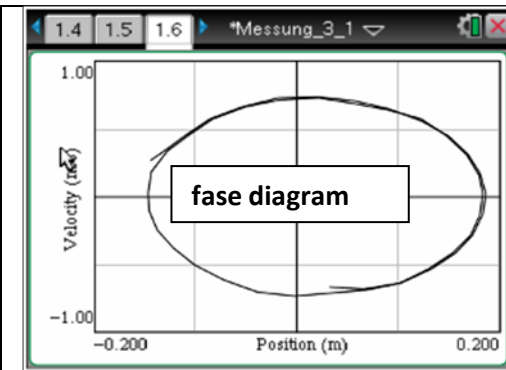
2



Verwijderen van de symbolen:

[menu] dan
6: Opties
1: Punt Opties
In het volgende scherm kies dan Geen i.p.v. regionaal. Bevestig met OK.

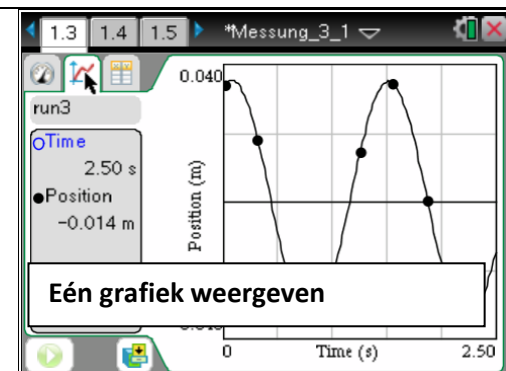
5



Fase diagram:

[menu] dan
3: Grafieken
3: Selecteer kolom X-as
2: Positie
4: Selecteer kolom Y-as
3: Snelheid

3

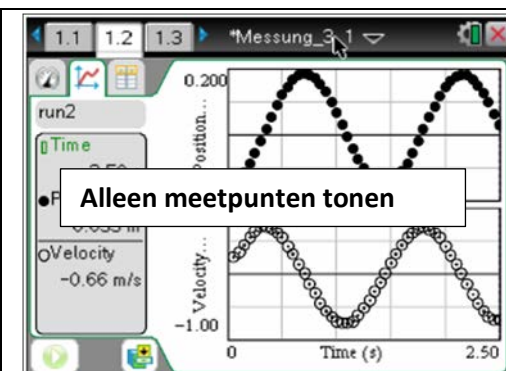


Eén grafiek .

[menu] dan

3: Grafieken
1: Grafiek weergeven.
Kies de gewenste grafiek in het submenu.

6

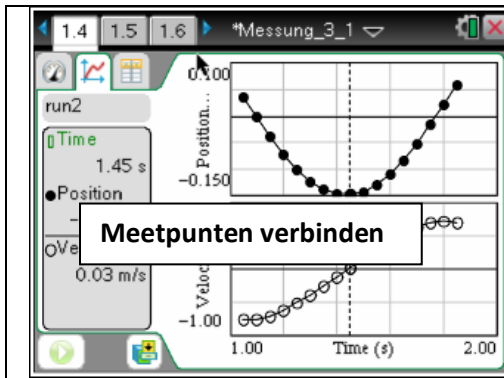


Alleen meetpunten tonen:

[menu] dan
6: Opties
1: Punt opties

In keuzemenu kies alles en de-selecteer Gegevenspunten verbinden.

7



Meetpunten verbinden:

menu dan

6: Opties

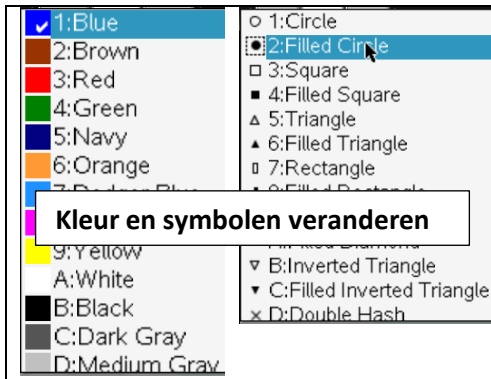
1: Punt Opties

Selecteer

Gegevenspunten

verbinden.

8



Kleur en symbool

veranderen:

Plaats de cursor in het detailscherm en druk op

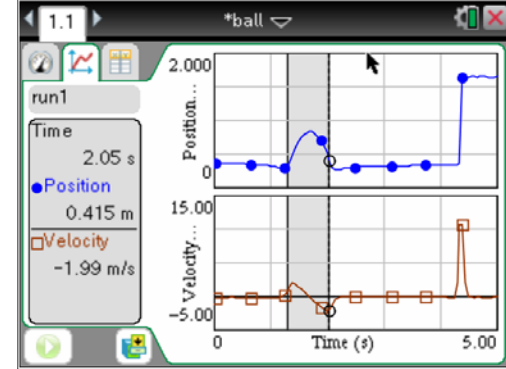
ctrl **menu** dan

2: Kleur

3: Puntmarkerings-
tekens

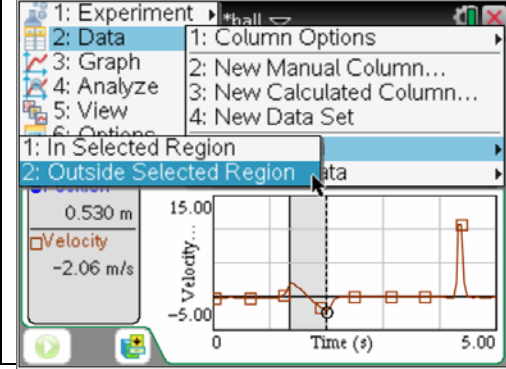
Beiden van run1

1



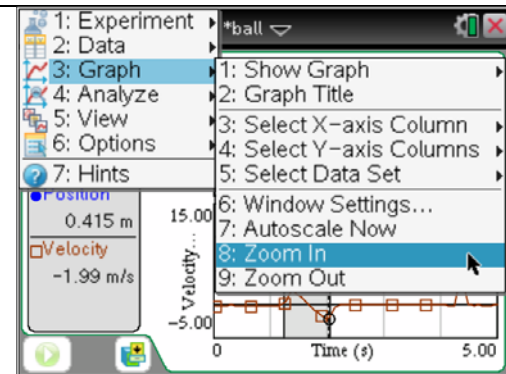
De interessante metingen worden geselecteerd door de cursor naar de ondergrens te bewegen, 1s in te drukken en dan naar de bovengrens te bewegen. Dan nogmaals klikken om de selectie af te ronden.

4



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

2



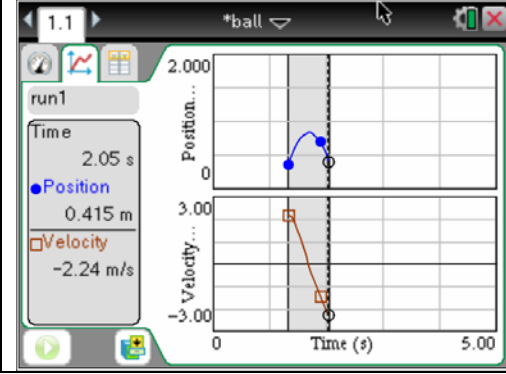
Het geselecteerde gebied vergroten:

menu dan

3: Grafieken

8: Zoom

5



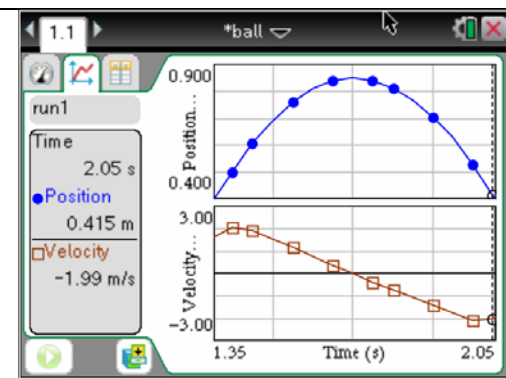
menu dan

2: Gegevens

5: Gegevens doorstrepen

2: Buiten geselecteerde regio

3



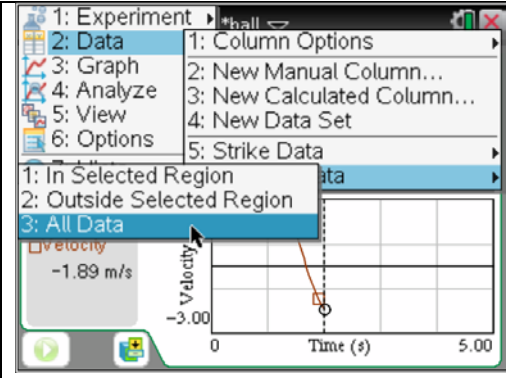
Indien de verkeerde selectie is gemaakt, gebruik dan de optie automatisch schalen om alle metingen weer te zien.

menu dan

3: Grafieken

7: Nu automatisch schalen

6



Gegevens herstellen

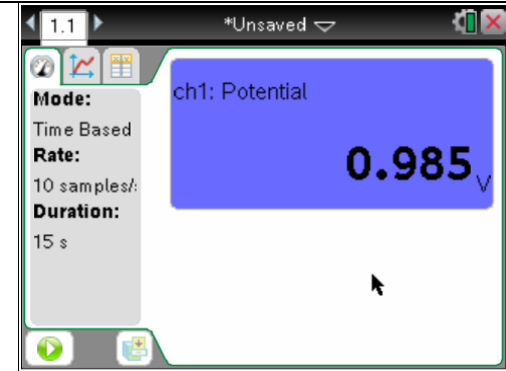
menu dan

2: Gegevens

6: Gegevens herstellen

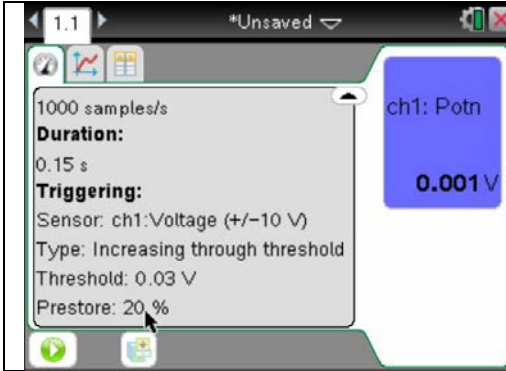
3: Alle gegevens

1



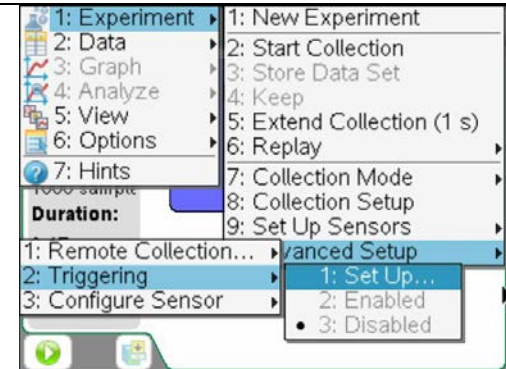
De Lab Cradle moet zijn aangesloten op de rekenmachine of de computer. Er moet minimaal één sensor zijn aangesloten. Stel de meetfrequentie en de meettijd in (zie A2).

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 **menu** en dan:

- 1: Experiment,
- A: Geavanceerde installatie
- 2: Starten
- 1: Instellen

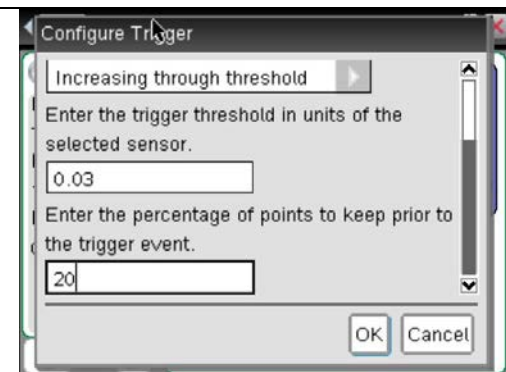
5



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

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

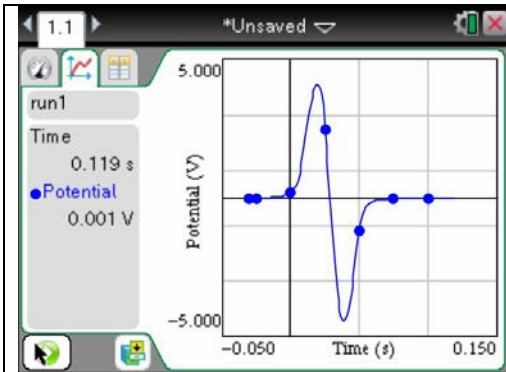
3



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



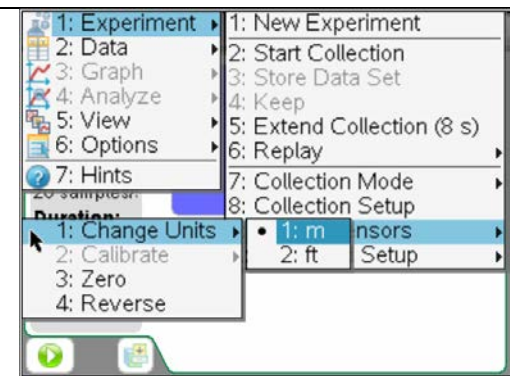
Nulpunt vastleggen

[menu] dan:

- 1: Experiment,
- 9: Instellen sensoren
- 3: Nul

Nul (of bijna nul) wordt nu weergegeven. Indien dit niet gebeurt, dan opnieuw nulpunt instellen.

2

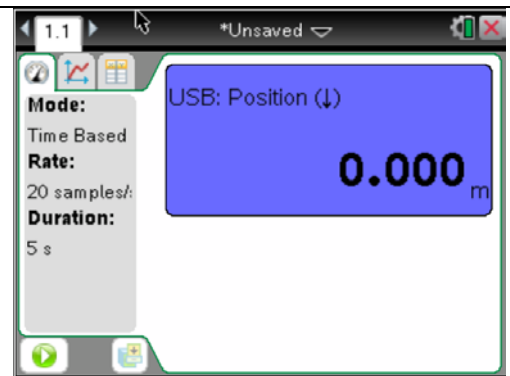


Verandering van eenheden:

[menu] dan:

- 1: Experiment,
- 9: Instellen van sensoren
- 1: Eenheden veranderen

5

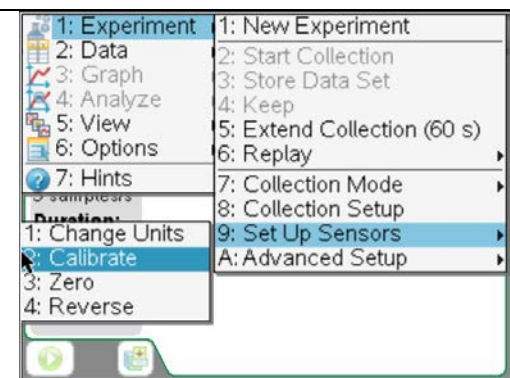


Omkeren:

[menu] dan:

- 1: Experiment,
- 9: Instellen sensoren
- 4: Omkeren

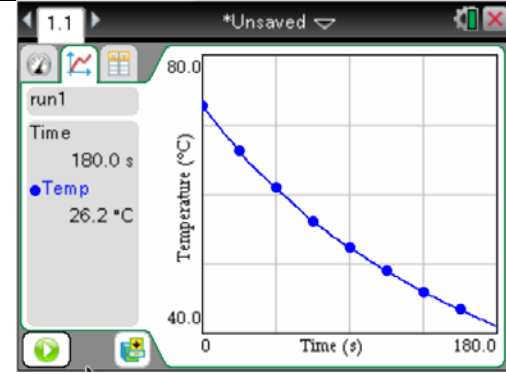
3



Sensor kalibreren:

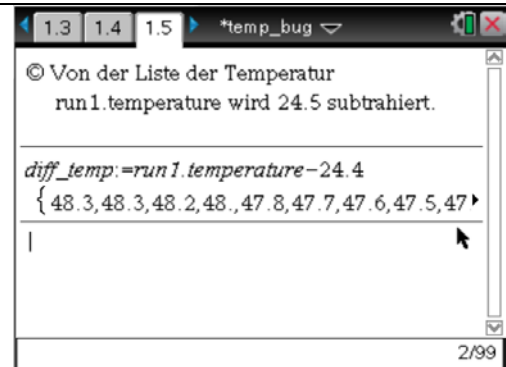
[menu] dan

- 1: Experiment,
- 9: Instellen van sensoren
- 2: Kalibreren

1  Het afkoelen van een temperatuursensor in de lucht wordt gemeten. De metingen worden opgeslagen in lijsten die beginnen met *run*. Het kan handig zijn om de metingen te bekijken en bewerken in andere applicaties.

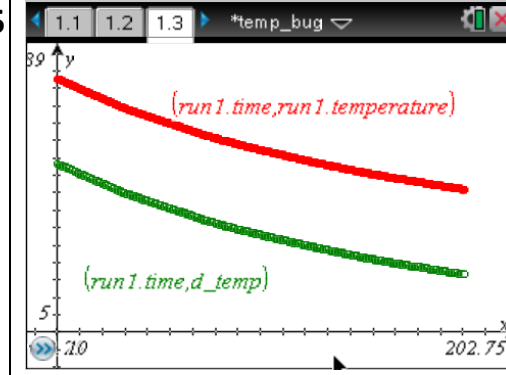
4  We willen van alle waarden in kolom **A** 24.4 aftrekken. Geef kolom **B** de naam *d_temp* (bovenste cell). In de tweede cel kan de formule worden ingevoerd. Klik op deze cel in voer de formule **a-24.4** in. Sluit af met enter.

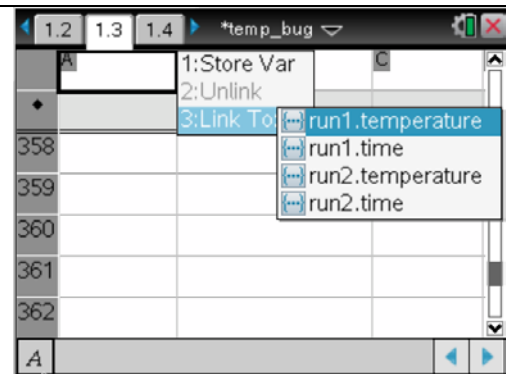
	A	B
run1.temperature		<i>d_temp</i>
		<i>d_temp:=a-24.4</i>
1	72.7	
2	72.7	
3	72.6	
4	72.4	
5	72.2	
B	<i>d_temp:=a-24.4</i>	

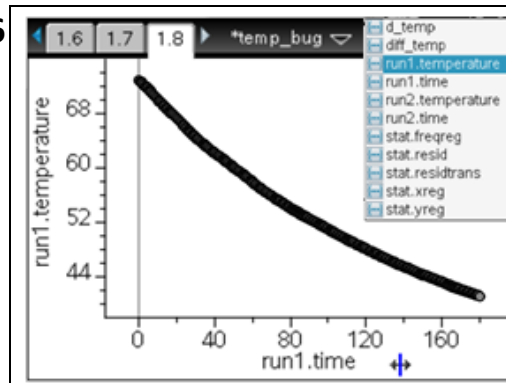
2  **Rekenmachine:** De temperatuur nadert de omgevingstemperatuur 24.4 °C. **run1.temperature-24.4** trekt 24.4 af van elk element uit de lijst. De nu verkregen waarden naderen 0.

© Von der Liste der Temperatur
run1.temperature wird 24.4 subtrahiert.

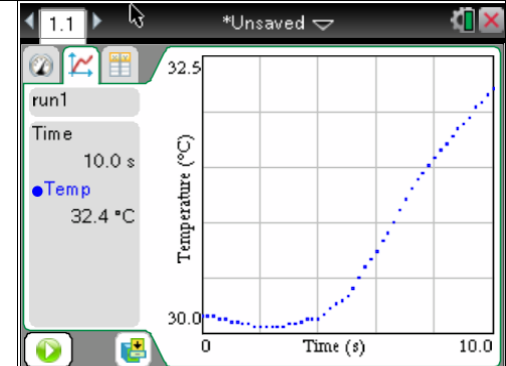
diff_temp:=run1.temperature-24.4
{ 48.3, 48.3, 48.2, 48., 47.8, 47.7, 47.6, 47.5, 47 }

5  **Grafieken:** Voeg een grafiekpagina toe. Kies **menu** dan 3: Grafiek invoeren 5: Puntenwolk Kies via **var** de juiste waarden voor de x- en de y-as. Hiernaast staat in **s1** de originele data en in **s2** de gecorrigeerde data.

3  **Lijsten & Spreadsheet:** Om de metingen te bekijken in een spreadsheet klik dan op de bovenste cel van een kolom en klik vervolgens op **var** en dan **koppelen aan** . Kies dan de gewenste variabele.

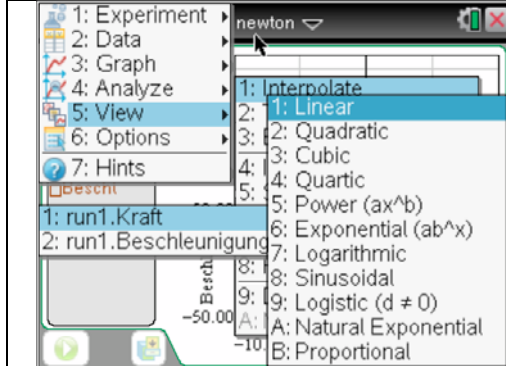
6  **Gegevensverwerking & Statistiek:** Beweeg na het invoegen van een Gegevensverwerking en Statistiek pagina de muis over de lege vierkanten onder en naast de x- en y-as. Klik hierin en er verschijnt een lijst met variabelen.

1



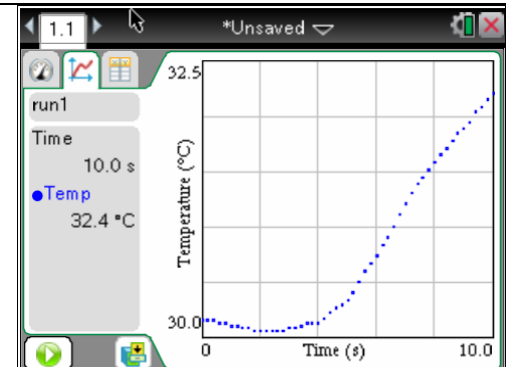
Een deel van de data moet worden beschreven met een functie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het automatisch vinden van een passende kromme. (A11 geeft een alternatieve manier.)

4



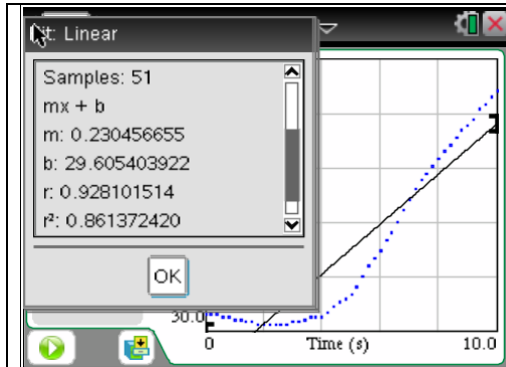
Tip:
Indien verschillende sensoren zijn gebruikt, moet worden aangegeven welke gegevens moeten worden gebruikt.

2



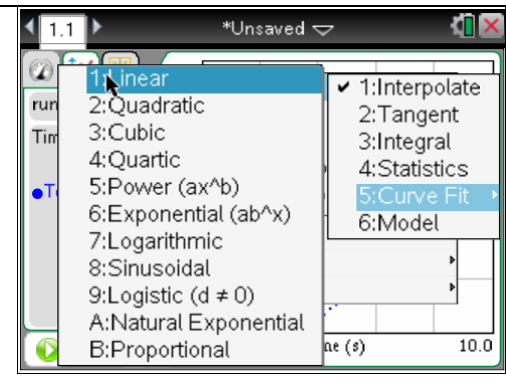
De functie kan gevonden worden nadat de juiste data is geselecteerd. Selecteer de onder- en bovengrens van de data. (zie A6)

5



De functie wordt berekend met alle geselecteerde data. Als blijkt dat niet de juiste data zijn geselecteerd, verschuif dan de vierkante haken (door klikken en vasthouden) totdat de juiste metingen zijn geselecteerd. De lijn past zich aan.

3

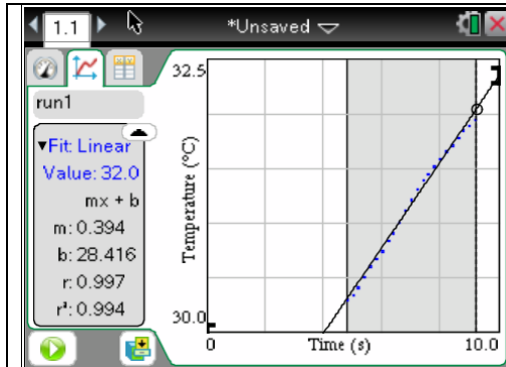


Hier is een deel van de data beschreven met een lineaire functie:

menu dan:

- 4: Analyseren
- 6: Passen van een kromme
- 1: Linear

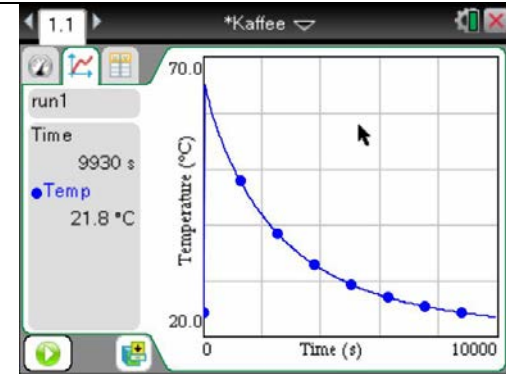
6

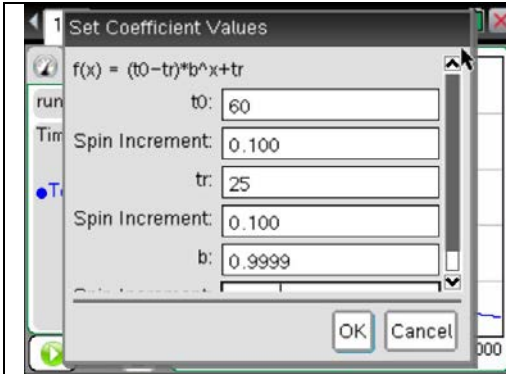


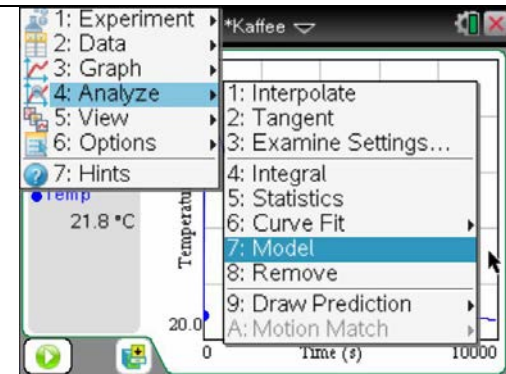
De passende kromme kan worden verwijderd.

menu dan

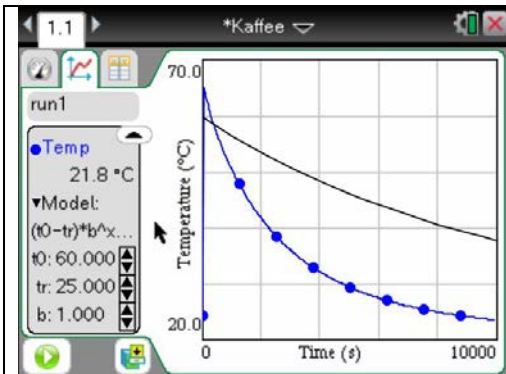
- 4: Analyseren
- 8: Verwijderen
- Passend.

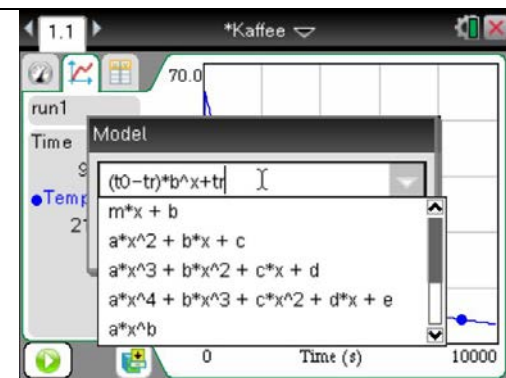
1  Het afkoelen van een drankje moet worden gemodelleerd. Het gaat om de temperatuurverandering in de tijd. In het "Passende kromme" menu is geen goede functie beschikbaar.

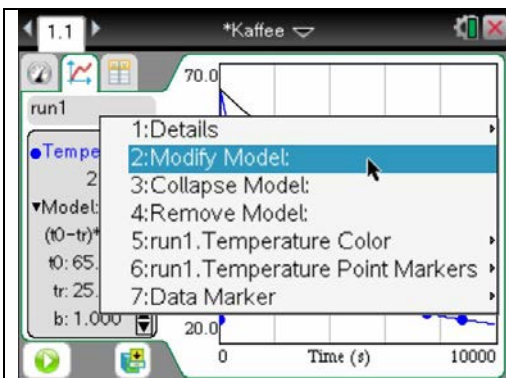
4  Na OK kunnen de startwaarden en de draaistap (stapgrootte) voor elke parameter aangepast worden. Ok slaat de instellingen op.

2  De formule en de bijbehorende parameters moeten worden gedefinieerd.

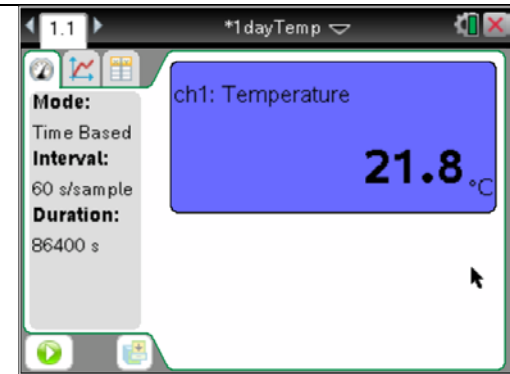
[menu] dan
4: Analyseren
7: Model

5  Elke parameter kan nu aangepast worden met een schuifknop. Met de pijltjes kunnen de parameters gevarieerd worden.

3  DataQuest™ suggereert verschillende modellen. Het is ook mogelijk om je eigen functie in te voeren. (hier $(tr-t0) * b^x + tr$). Alle variabelen behalve x worden gezien als parameters.

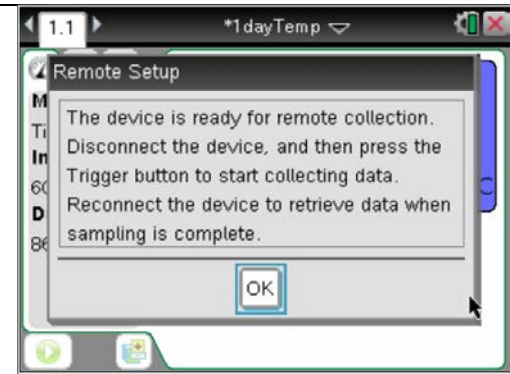
6  Het model kan aangepast worden door op [ctrl] [menu] te klikken in het detail-scherm en dan te kiezen voor **aanpassen model**. De details van het model zijn zichtbaar door op [ctrl] [menu] te klikken in het detailscherm en dan te kiezen voor **details**.

1



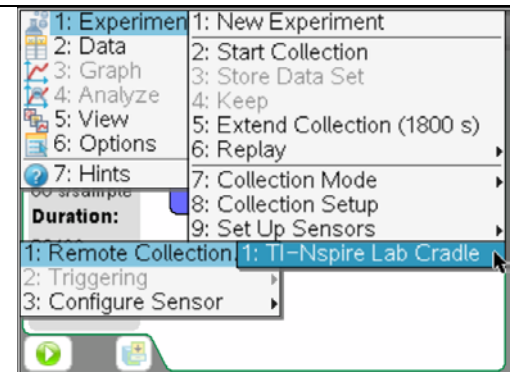
De Lab Cradle kan metingen verrichten zonder te zijn aangesloten op de rekenmachine of computer. Hiervoor hoeven alleen de parameters te worden ingesteld als de Lab Cradle is aangesloten. (A2).

4



De Lab Cradle kan nu los gemaakt worden van de computer of de rekenmachine. De metingen starten wanneer op de groene trigger knop van de Lab Cradle wordt gedrukt of nadat de ingestelde tijd is verstreken.

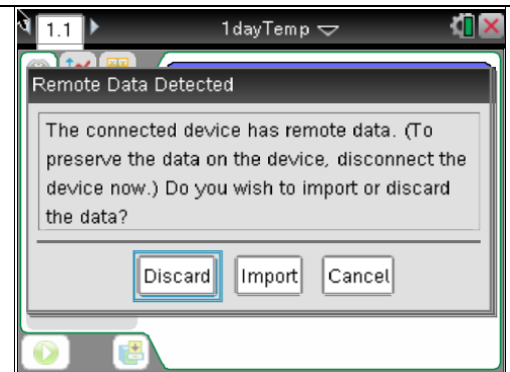
2



menu dan

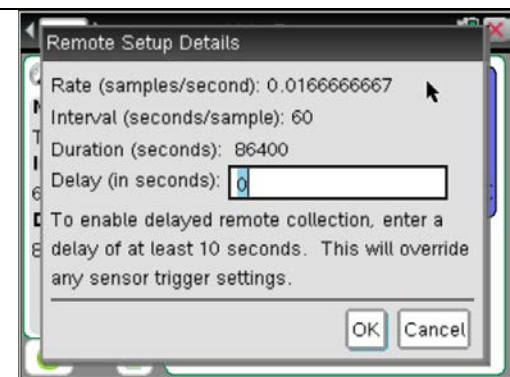
1 Experiment,
A: Advanced setup
1: Remote Collection
1: TI-Nspire Lab Cradle

5



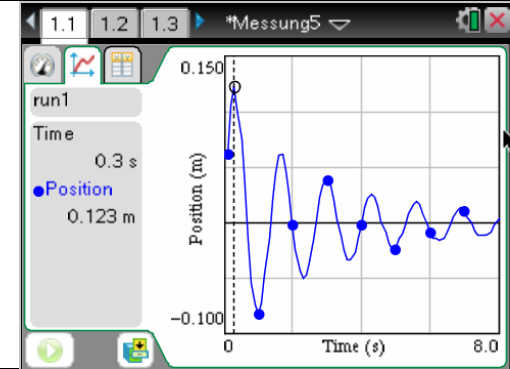
Nadat de meettijd is verstreken, kan de Lab Cradle weer worden aangesloten. Er verschijnt automatisch een scherm met de vraag of de data moet worden geïmporteerd of weggegooid. De metingen worden grafisch weergegeven.

3



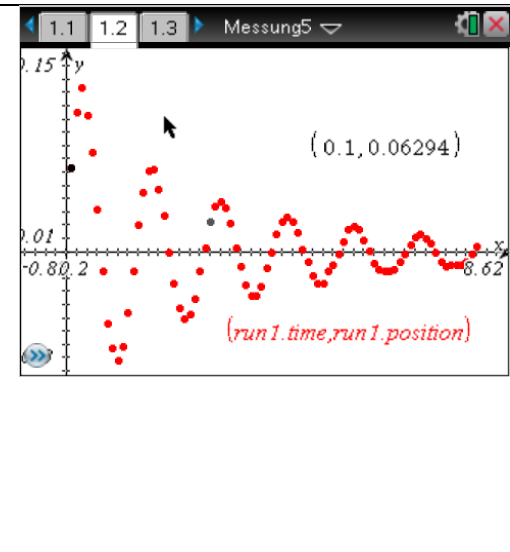
De starttijd kan worden uitgesteld. Stel hiervoor de vertraging in. Deze moet minimaal 10s zijn om hier gebruik van te kunnen maken. Ok indrukken start het aftellen.

1



Voor verder onderzoek kunnen enkele interessante, geselecteerde meetpunten worden opgeslagen in een tabel. Hiervoor moeten de metingen worden weergegeven in de grafiek applicatie.

2



In **grafieken** kies: **[menu]** dan:

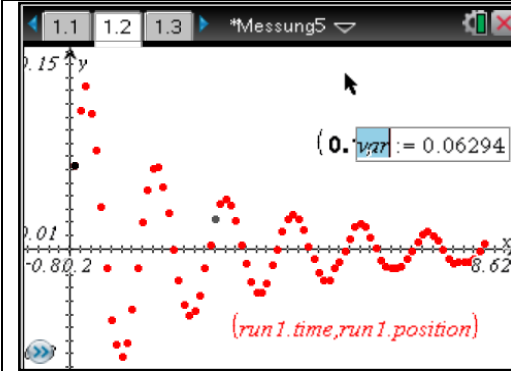
- 3: Grafiek invoeren
- 5: Puntenwolk

Om de coördinaten van een meetpunt te tonen, kies **[menu]**:

- 8: Meetkunde
- 1: Punten en lijnen
- 2: Punt op

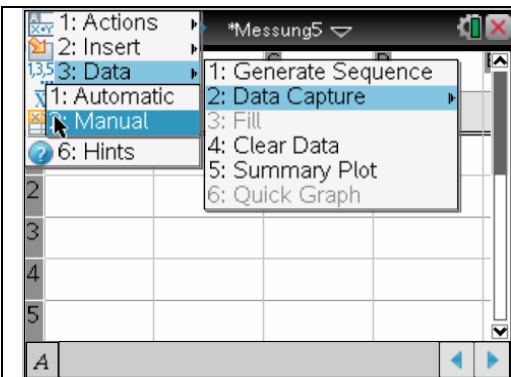
Klik de eerste keer op de meetpunten, en vervolgens nog een keer om een meetpunten te selecteren. De coördinaten zijn nu zichtbaar.

3



Aan de coördinaten worden nu namen toegekend (Tijd en hoogte). Klik op de x-coördinaat zodat het getal wordt gearceerd. Klik op **[ctrl]** en **[var]** en kies 1: Var opslaan. Voer de variabele naam in. Doe dit ook voor de tweede coördinaat.

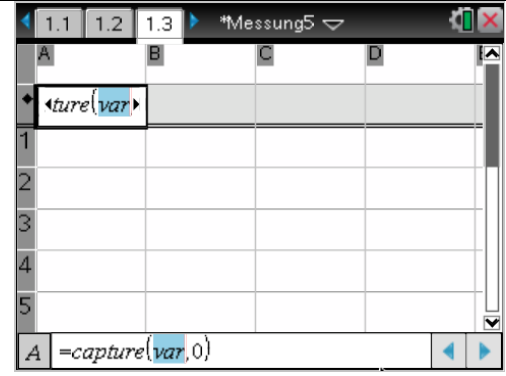
4



Lijsten & Spreadsheet: De coördinaten van de uitgekozen punten kunnen naar de tabel worden gehaald: **[menu]** dan:

- 3: Gegevens
- 2: Gegevens vastlegging
- 2: Handmatig (als Automatisch wordt gekozen dan worden alle punten vastgelegd.)

5



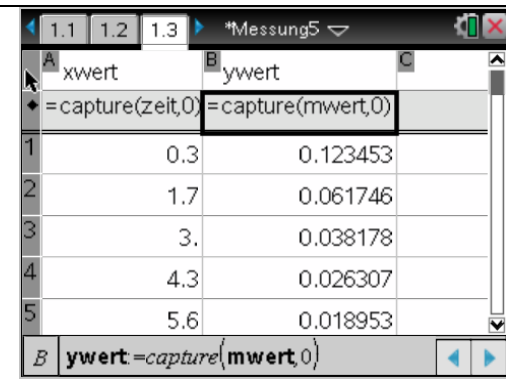
In de formule cel van de eerste kolom wordt een formule gezet. Om de variabele te kiezen die moet worden vastgelegd, kies `var`, en maak een keus. Herhaal 4 en 5 voor de tweede kolom met de y-variabele.

6



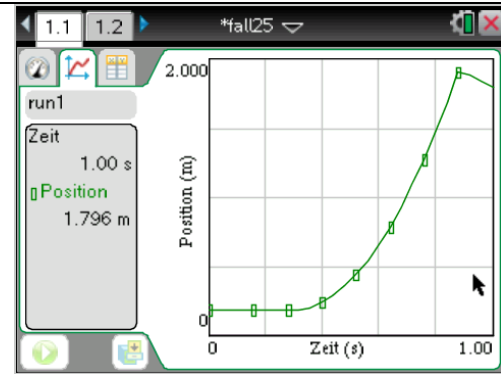
De kolommen moeten nog namen krijgen. Dit kan x-waarde of y-waarde zijn, maar ook bijvoorbeeld tijden en hoogten. Kies andere namen dan bij 3. Dit zijn de namen voor de lijsten waarin de variabelen van 3 worden opgeslagen.

7

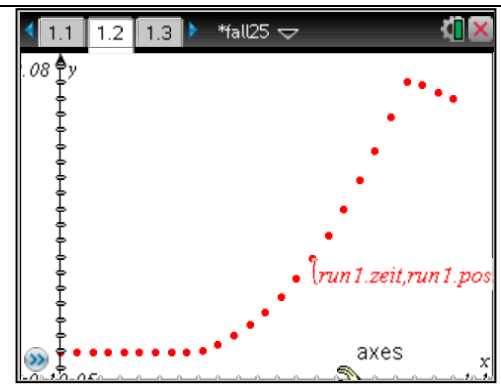


Ga terug naar de grafiek pagina en pak het punt. Beweeg dit punt naar het eerste punt dat je wilt opslaan. Leg dit punt vast door op `ctrl` `.` te klikken. Herhaal dit voor alle andere punten die je wilt vastleggen.

	xwert	ywert
1	0.3	0.123453
2	1.7	0.061746
3	3.	0.038178
4	4.3	0.026307
5	5.6	0.018953

1  **DataQuest:**

Uit deze grafiek van de positie van een vallende bal moet de snelheid worden bepaald op een willekeurig moment. Hiervoor moeten de metingen weergegeven worden in grafieken.

2  **Meetpunten tekenen:**

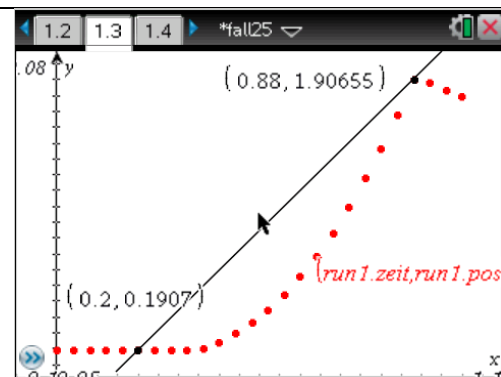
menu dan

- 3: Grafiek invoeren
- 5: Puntenwolk

Kies via **var** de juiste variabelen voor x- en y-as.

menu dan

- 4: Venster
- 9: Zoom Gegevens

3  **Twee punten definiëren:**

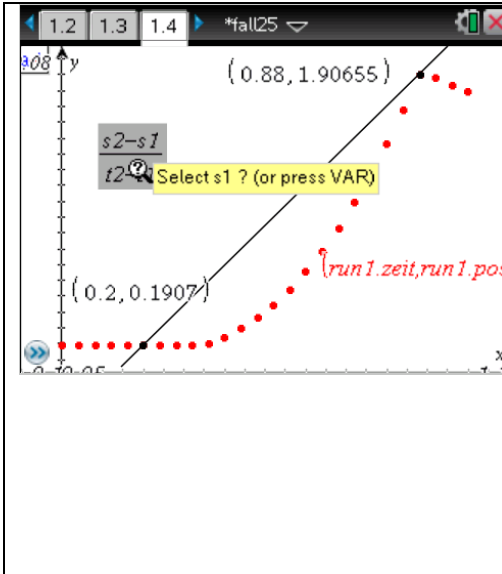
menu dan

- 8: Meetkunde
- 1: Punten en lijnen
- 2: Punt op

Definieer twee punten. Verbindende lijn teken:

menu dan

- 8: Meetkunde
- 1: Punten en lijnen
- 4: Lijn

4  **Gemiddelde snelheid:**

menu dan

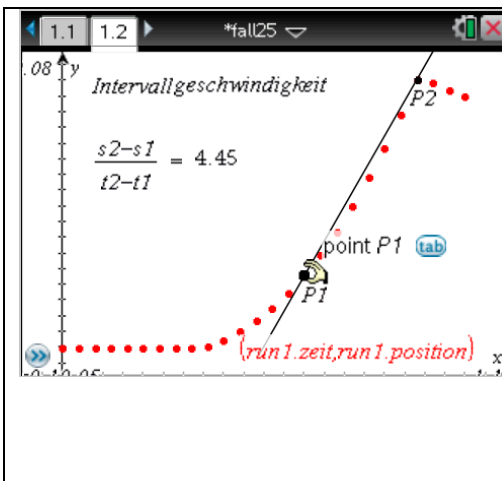
- 1: Acties
- 7: Tekst

Klik ergens in het scherm om een tekst box te plaatsen. Typ hier : $(s_2 - s_1) / (t_2 - t_1)$.

menu dan

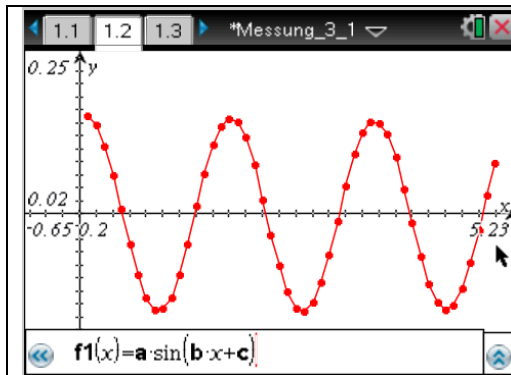
- 1: Acties
- 2: Berekenen

Beweeg de cursor naar de formule en selecteer deze. Selecteer achtereenvolgens s1, s2, t1 en t2. Plaats het antwoord achter de formule.

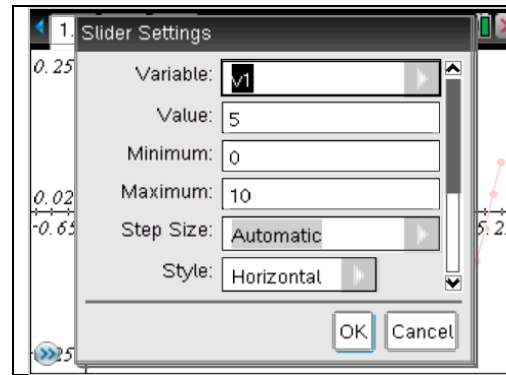
5  **Intervallgeschwindigkeit**

$$\frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = 4.45$$

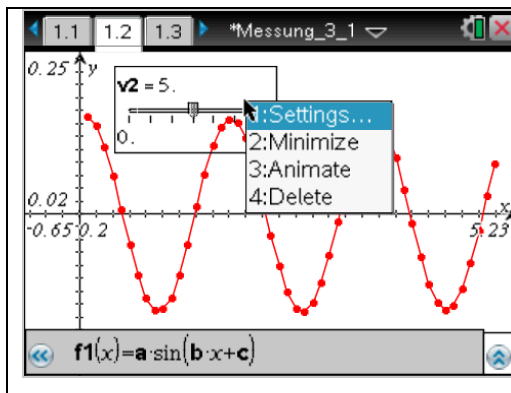
Het grijpende handje kan nu gebruikt worden om de punten te verplaatsen. De gemiddelde snelheid wordt steeds aangepast. Deze waarde kan overgenomen worden in een tabel (A13).



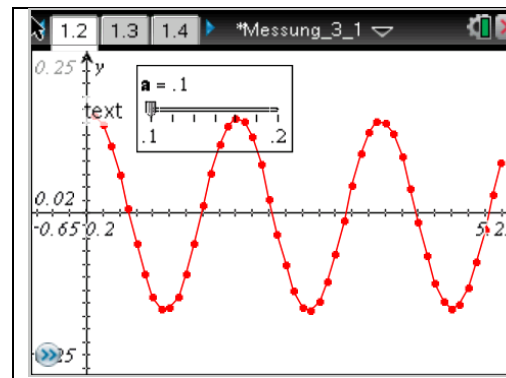
De meetpunten worden weergegeven in grafieken met:
 [menu] dan:
 3: Grafiek invoeren
 5: Puntenwolk
 x: run1.time
 y: run1.position.
 [menu] dan
 4: Venster
 9: Zoom gegevens
 Voeg een functie toe die de meetpunten moet beschrijven.
 [menu] dan:
 3: Grafiek invoeren
 1: Functie ($a \cdot \sin(b \cdot x + c)$)
 De grafiek wordt alleen getoond als aan a, b, en c waarden zijn toegekend.



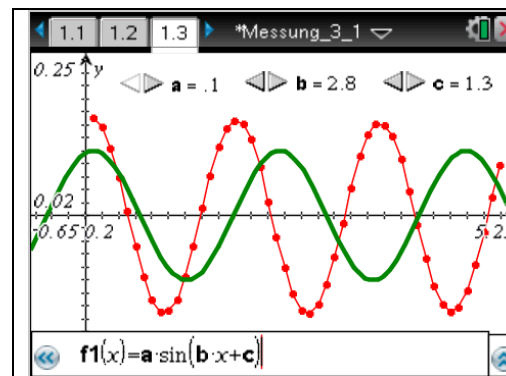
De naam en het bereik van de parameter wordt weergegeven (a, waarde: 0.1, min: 0.1 en max: 0.2). Over de waarden van deze parameters moet vooraf worden nagedacht, zodat de grafiek niet te veel verschilt van de metingen.



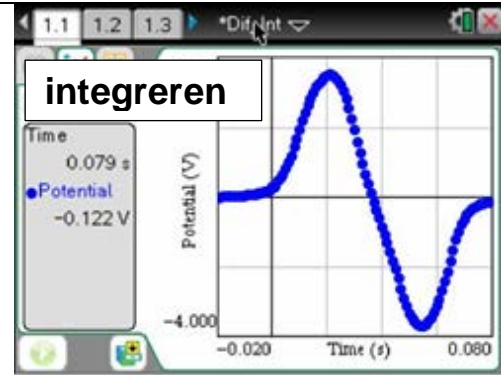
De parameters a, b, c in $f_1(x)$ worden door schuifknoppen ingesteld. Op deze manier kan het model worden aangepast aan de metingen.
 [menu] dan
 1: Acties
 B: Schuifknop invoegen
 Met [ctrl] [menu] de knop instellen.

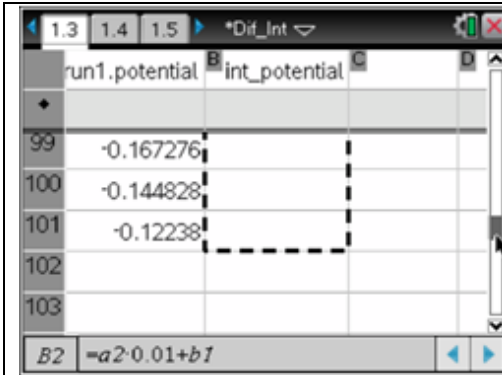


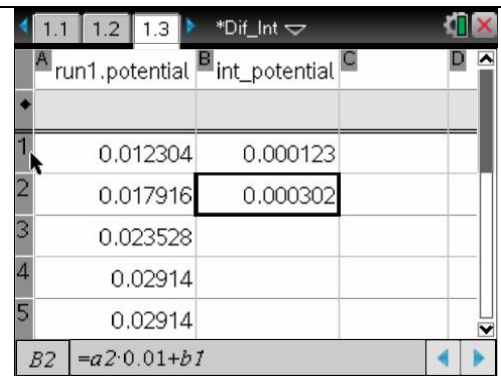
De schuifknop verschijnt. Ook voor de parameters b en c moeten schuifknoppen gemaakt worden. Schuifknoppen kunnen (indien nodig) verkleind worden met [ctrl] [menu]
 2: minimaliseren



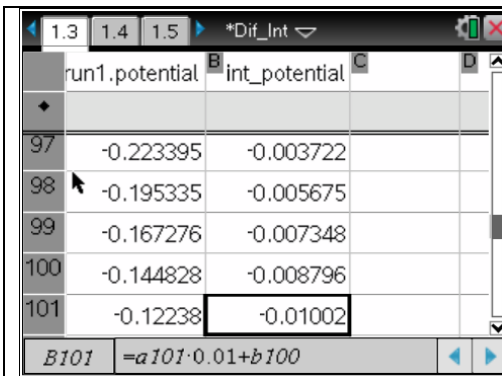
De grafiek wordt weergegeven nadat alle parameters zijn gekoppeld aan schuifknoppen. De schuifknoppen kunnen nu ingesteld worden zodat het verschil tussen model en metingen zo klein mogelijk wordt.

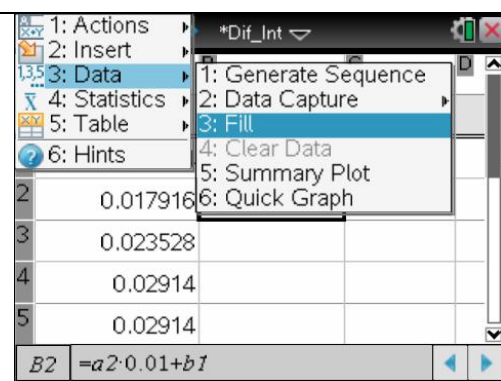
1  De grafiek van de inductiespanning $u(t_i)$ kan numeriek worden geïntegreerd door voor iedere i de sommatie van

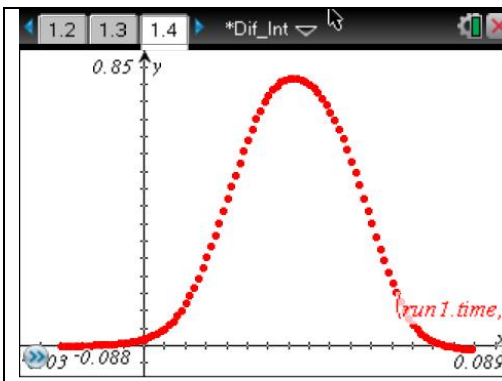
4  ... beweeg de cursor naar het einde van de metingen en enter
Alternatief: Druk de **ctrl** toets in en sleep de cursor naar rij 101.

2  **In L & S:**
De metingen van "run1.potential" worden in kolom A geplaatst. In B wordt de sommatie berekend ($\Delta t = 0.01s$):
 $B1 | = a1 \cdot \Delta.t$
 $B2 | = b1 + a2 \cdot \Delta.t$

 $B101 | = b100 + a101 \cdot \Delta.t$

5  In elke cel wordt de sommatie berekend. Geef kolom B een naam (bv. Int_potential). Voer deze naam in in de bovenste cel. De naam maakt het mogelijk om deze kolom grafisch weer te geven.

3  Alleen de formules voor cel B1 en B2 moeten worden ingevoerd. De andere cellen kunnen door de rekenmachine worden gevuld:
menu dan:
3: Gegevens
3: Opvullen
Klik in cel B2, en dan...

6  **Grafieken:**
menu dan:
3: Grafiek invoeren
5: Puntenwolk
Gebruik de **var** knop voor de lijst met variabelen. Kies voor x run1.time en voor y int_potential.

1

Differentiëren

De afgeleide functie kan worden benaderd door de verandering per tijdsinterval Δt te berekenen. Het differentie quotiënt wordt voor elk interval berekend met:

4

	funktion	ableitung
98	.005675	
99	.007348	
100	.008796	
101	0.01002	

... beweeg de cursor naar rij 100 en enter. Alternatief: Druk de **ctrl** toets in en sleep de cursor naar rij 100.

2

	funktion	ableitung
1	0.000123	0.017916
2	0.000302	
3	0.000537	
4	0.000829	

In L&S:
In kolom A staan de gegevens (int_potential). In kolom B worden de Het differentie quotiënten berekend met ($\Delta t = 0.01s$):
 $B1 | = (a2-a1) / \Delta t$

 $B100 | = (a101-a100) / \Delta t$

5

	funktion	ableitung
98	.005675	-0.167276
99	.007348	-0.144828
100	.008796	-0.12238
101	0.01002	-

Voor alle cellen is nu het differentiaal quotiënt berekend. Geef kolom B een naam (differentiaal). Voer deze naam in in de bovenste cel. De naam maakt het mogelijk om deze kolom grafisch weer te geven.

3

Aleen de formule van cel B1 moet worden ingevoerd. De andere cellen kunnen automatisch gevuld worden:
menu dan:
3: Gegevens
3: Opvullen
Klik in cel B2, en dan...

6

Grafieken:
menu dan:
3: Grafiek invoeren
5: Puntenwolk
Gebruik de **var** knop voor de lijst met variabelen.
Kies voor x run1.time en voor y differentiaal.