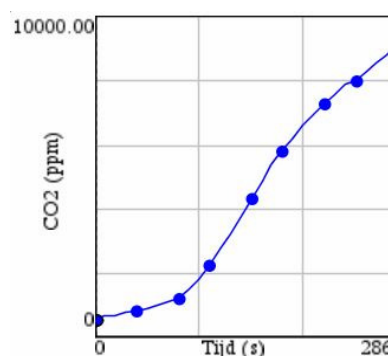
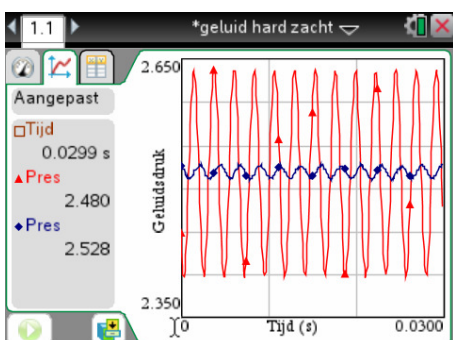


Wetenschappelijke experimenten voor de tweede graad

Uitgewerkte experimenten voor Verniersensoren en TI-Nspire

Natalie Dirckx



Inhoud

INLEIDING	3
BENODIGDHEDEN VOOR DEZE EXPERIMENTEN	4
1 INTERFACE: LAB CRADLE EN EASYLINK.....	4
2 SENSOREN	5
3 (CHEMISCHE) STOFFEN	6
4 ANDERE MATERIALEN	6
LABOVERSLAG OPSTELLEN MET MEETGEGEVENS VAN TI-NSPIRE	7
1 INLEIDING	7
2 MEETGEGEVENS OPENEN IN SOFTWARE.....	7
3 WERKEN MET DE DOCUMENTENWERKSET	8
4 SCREENSCHOT VAN MEETGEGEVENS EN GRAFIEK IN WORD PLAATSEN	9
5 GEGEVENS OVERPLAATSEN NAAR EXCEL.....	10
EXPERIMENT: KENMERKEN VAN GELUID	12
EXPERIMENT: SPIERMOEHEID BIJ LANGDURIGE INSPANNING.....	15
EXPERIMENT: VERGELIJKING SPIERKRACHT IN LINKER- EN RECHTERHAND	17
EXPERIMENT: ELEKTROCARDIOGRAM ECG	19
EXPERIMENT: SAMENHANG TUSSEN HET ANIMALE EN AUTONOME ZENUWSTELSEL	22
EXPERIMENT: MAKEN VAN YOGHURT	25
EXPERIMENT: FERMENTATIE GIST	30
EXPERIMENT: LICHTSTERKTE BIJ VERSCHILLENDE MATERIALEN	33
EXPERIMENT: BEPALEN VAN ZWAARTEVELDSTERKTE	35
EXPERIMENT: VEERKRACHT (WET VAN HOOKE)	37
EXPERIMENT: BELANG VAN DEMPENDE WERKING BIJ SPORTSCHOENEN.	41

EXPERIMENT: ARCHIMEDESKRACHT	44
EXPERIMENT: HYDROSTATISCHE KRACHT	47
EXPERIMENT: GASWET VAN BOYLE EN MARIOTTE	50
EXPERIMENT: GASWET VAN REGNAULT.....	52
EXPERIMENT: EENPARIGE RECHTLIJNIGE BEWEGING	56
EXPERIMENT: LUCHTWEERSTAND BIJ VALBEWEGING	58
EXPERIMENT: INVLOED VAN ZOUT OP SMELTTEMPERATUUR VAN IJS	61
EXPERIMENT: VERDUNNINGSREEKS VAN COLA EN CONTROLE MET PH....	63
EXPERIMENT: GELEIDBAARHEID BIJ NEERSLAGREACTIE.....	65
BIJLAGEN: LEERLINGENVERSIES	69

Inleiding

Wetenschappen is zoveel leuker wanneer er experimenten worden uitgevoerd. Als de leerlingen dankzij deze data de theorie kunnen staven en beter verwerken, dan zijn experimenten zeker een meerwaarde. In de praktijk merk ik dat sommige leerlingen zeer moeilijk de link leggen tussen de wetenschappelijke vakken en wiskunde. Het vakoverschrijdend werken met data uit de wetenschapslessen kan deze barrière voor sommige leerlingen beperken.

De grafische rekenmachine TI-Nspire CX biedt niet enkel een wiskundig pakket aan maar is ook verrijkt met wetenschappelijke software, Vernier *DataQuest*. De handheld kan perfect gebruikt worden om meetgegevens te verzamelen. De leerlingen slaan deze experimenten op de handheld op en de meetgegevens kunnen verder geanalyseerd worden. Met deze data kan dan vakoverschrijdend gewerkt worden tijdens wiskunde, informatica, ... In totaal zijn er ongeveer 60 verschillende sensoren die gekoppeld kunnen worden met dit grafisch rekentoestel. Een lijst met de mogelijke sensoren vind je via deze link; <http://www.vernier.com/products/texas-instruments/data-collection/ti-nspire/sensors/>

Dit cahier bevat experimenten die tijdens biologie, chemie, fysica, natuurwetenschappen en sportwetenschappen uitgevoerd kunnen worden. De meeste experimenten sluiten vakkundig aan op het leerplan. Gelieve de aparte pdf te downloaden waarin de werking van de TI-Nspire CX voor de wetenschapsleerkracht uit de doeken wordt gedaan. Hierin zullen ook de nodige toetsencombinaties worden opgenomen. Deze pdf zal regelmatig worden geüpdatet zodat u ook bij een softwarevernieuwing met dit cahier aan de slag kan blijven.

Allereerst wordt er in dit cahier aandacht besteed aan het koppelen van sensoren met de handheld en welke benodigdheden bij de experimenten worden gebruikt. Hierna wordt er kort een stappenplan beschreven om de verkregen data in een laboverslag te gieten. Voor de rest bevat dit cahier beschrijvingen van experimenten met een handleidingversie voor leerkrachten. In de bijlagen van dit cahier zijn kant-en-klare leerlingenversies toegevoegd. Ook zullen er ideeën worden aangereikt om sommige experimenten uit te breiden..



Figuur 1: leerlingen tijdens het uitvoeren van de eenparige rechtlijnige beweging

De chemie experimenten zijn in de minderheid in dit cahier omdat mijn collega Olivier Douvere reeds een cahier heeft geschreven nr. 31 'TI-Nspire in de lessen chemie'.

Benodigheden voor deze experimenten

1 Interface: Lab Cradle en EasyLink



Figuur 2: Lab Cradle en EasyLink

Sensoren kunnen gekoppeld worden met een Easy Link via de micro usb aansluiting van de handheld. Aangezien de TI-Nspire maar één micro usb aansluiting heeft, kan er maximaal één sensor gebruikt worden.

Wanneer we meerdere sensoren willen koppelen hebben we de Lab Cradle nodig. Deze wordt op de TI-Nspire geschoven. De Lab Cradle heeft aansluitmogelijkheden voor drie analoge sensoren en twee digitale sensoren.

De Charging Bay is zeer handig voor gebruik in de klas. Hierin kunnen tegelijkertijd vijf Lab Cradles worden ingeplugd en opgeladen. Met een controlelampje kan je makkelijk zien wanneer de batterij volledig is opgeladen.

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.



Figuur 3: Charging Bay

2 Sensoren

Hieronder volgt een opsomming van de sensoren die in dit cahier worden gebruikt.

Microfoon		Lichtsensoren	
Hand dynamometer of handkrachtmeter		Krachtenplatform	
ECG sensor		Dual-range forcesensor	
Handgrip hartmonitor		Gasdruksensoren	
pH-sensoren		Bewegingssensoren	
CO ₂ -sensoren		Temperatuursensoren	
Geleidbaarheids-sensoren			

3 (Chemische) stoffen

- NaOH (0,111 mol/l)
- KCl (0,05 mol/l)
- AgNO₃ (0,05 mol/l)
- Fenolftaleïne
- Suikerwater
- Zoutwater
- Zout
- Gedemineraliseerd water

4 Andere materialen

4.1 Basismaterialen

- Twee verschillende stemvorken met aanslaghamers
- Statieven en benodigdheden
- Bekerglazen, trechters, buret, erlenmeyers, pipet en pipetpeer, maatkolf (100 ml)
- Meetlat
- Lamp
- Massa's (50 g)
- Twee veren met verschillende veerconstante
- Plastieken slangen met aansluitstuk
- Meetspuit (meegeleverd met gasdruksensor)
- Bunsenbrander of dompelkoker
- Thermometer

4.2 Speciale benodigdheden

- Huidelektroden voor de ECG sensor (meegeleverd met ECG sensor en apart verkrijgbaar)
- Melk UHT
- Zakje yoghurt ferment (apotheek of natuurvoedingswinkel)
- Warmwaterbad of broedstoof
- Afsluitbare plastic pot voor 1 liter melk
- Bakkersgist (blokjes verkrijgbaar in de supermarkt) en suiker
- Afsluitbare pot voor CO₂-sensor (meegeleverd met sensor en apart verkrijgbaar)
- Stukje vensterglas, matglas en metaal
- Personenweegschaal
- Afgesloten fles met aansluitstuk (Regnault)
- Wagentje op batterijen
- Kegel uit papier (zelf maken), boek en handdoek
- Fijngemalen ijs
- Cola

Laboverslag opstellen met meetgegevens van TI-Nspire

1 Inleiding

Wanneer leerlingen data verzameld hebben, is het ook uitermate belangrijk wat ze achteraf met die meetgegevens zullen doen. De tweede graad leent zich zeer goed om de leerlingen stelselmatig voor te bereiden op het maken van laboverslagen. Met de TI-Nspire Software kan je kiezen om screenshots van je data en grafieken te exporteren naar een tekstverwerkingsprogramma of om de data over te brengen naar een spreadsheetprogramma. Ikzelf start in het derde jaar altijd met kleine proefjes waarbij de verkregen data gewoon met een screenshot in het verslag wordt geplakt. Zo laat ik de leerlingen al eens kennismaken met de TI-Nspire software op de computer. Op het einde van het derde jaar laat ik de leerlingen de meetgegevens overbrengen naar Excel en moeten ze ook zelf grafieken en trendlijnen genereren.

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe je de meetgegevens in de TI-Nspire Software kan openen, screenshots van data en grafieken maakt en data overbrengt naar Excel.

2 Meetgegevens openen in software

2.1 Open de software

Indien je tijdens de installatie hebt gekozen om een pictogram op je bureaublad te zetten, kan je hierop dubbelklikken en dan wordt de software geopend.

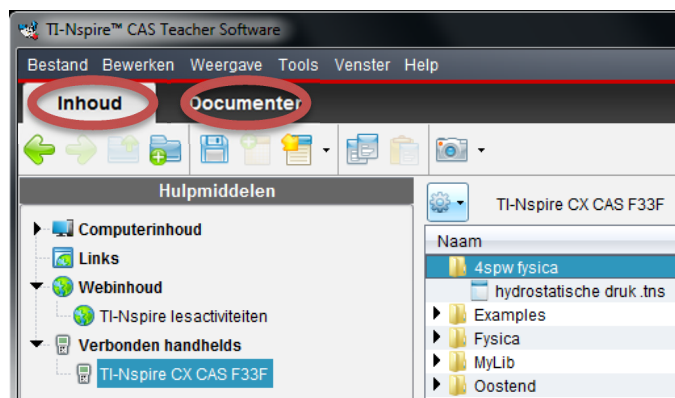


Figuur 4: pictogram software op bureaublad

2.2 Inhoud – Documenten

Wanneer het programma opent, zie je dat er twee tabbladen zijn.

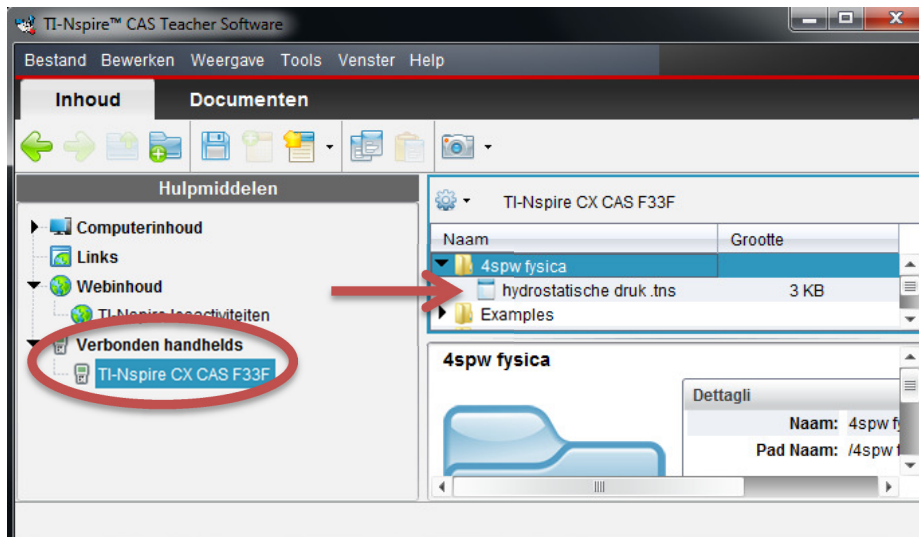
In figuur 5 is het tabblad *inhoud* aangeklikt. Hier kan je kiezen of je werkt op je computer of je rekentoestel. Je kan ook zien dat het programma detecteert of er een rekentoestel is aangesloten.



Figuur 5: tabbladen inhoud en documenten

2.3 Bestanden zoeken op je handheld en openen

Je kan dubbelklikken op de verbonden handheld en dan kan je het document zoeken waarin de meetgegevens staan. Bestanden van het rekentoestel hebben als extensie *.tns*. Als je op het bestand dubbelklikt, zal dit openen en kom je in het tabblad documenten terecht.



Figuur 6: bestand zoeken op je handheld

3 Werken met de documentenwerkset

3.1 Functies van de iconen in de documentenwerkset



Hier heb je hetzelfde menu als in je rekentoestel. Je kan de grafiek analyseren, nieuwe experimenten opstarten, ...



Je krijgt alle pagina's binnen dezelfde opgave onder elkaar te zien.



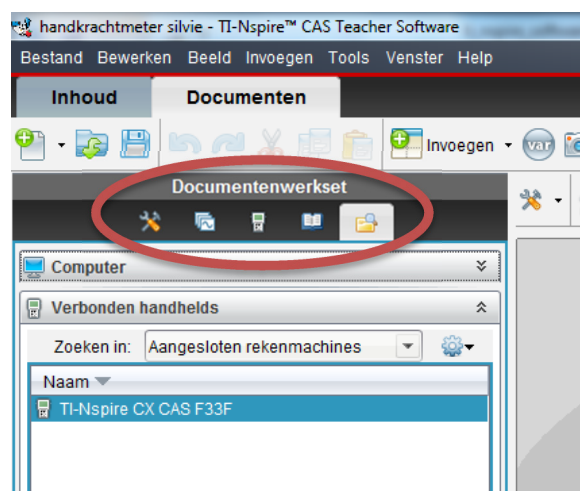
Je ziet een kopie van je rekentoestel en je kan met de muis hierop klikken.



Hiermee kan je wiskundetemplates invoeren.



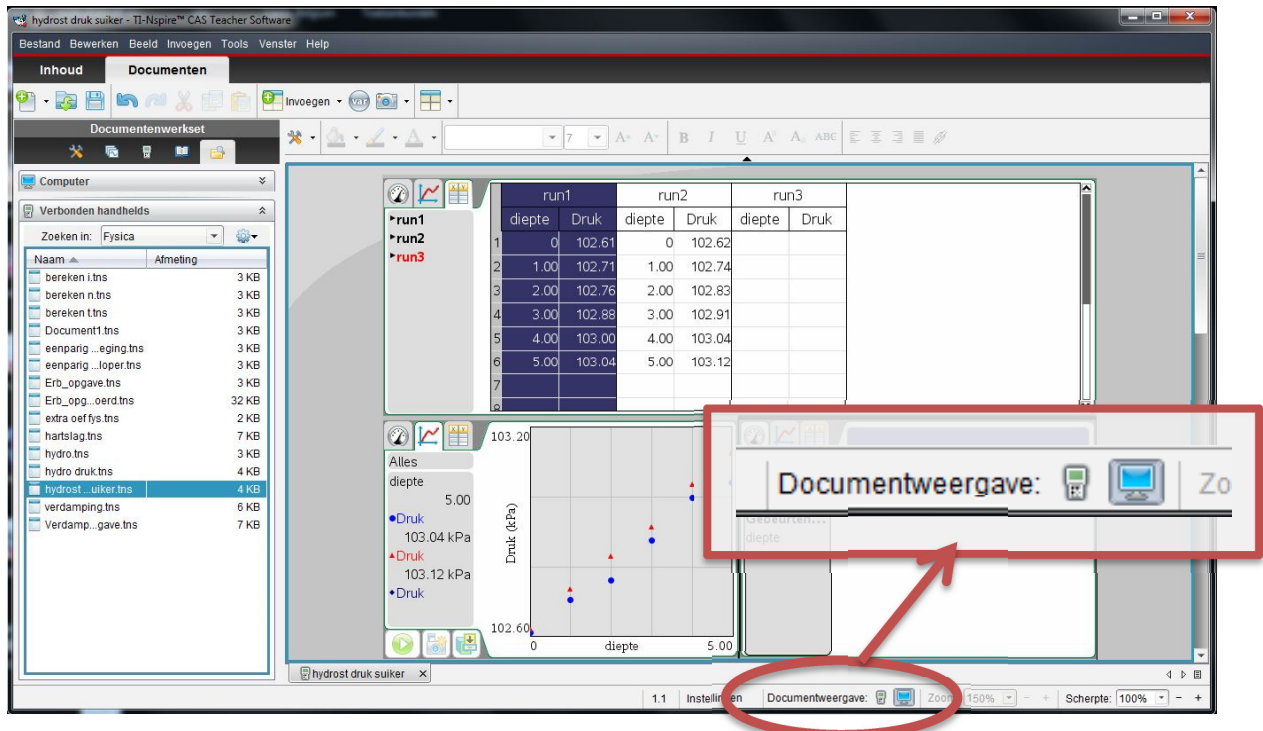
Je krijgt een overzicht van je documenten.



Figuur 7: documentenwerkset

3.2 Documentweergave


Onderaan in beeld kan je de documentweergave kiezen. Je kan kiezen tussen de computerweergave of de handheldweergave. De computerweergave geeft een groot beeld en de handheldweergave is een identieke kopie van het scherm van de TI-Nspire.



Figuur 8: keuze van weergave

4 Screenshot van meetgegevens en grafiek in Word plaatsen

4.1 Screenshot van tabel plakken in Word

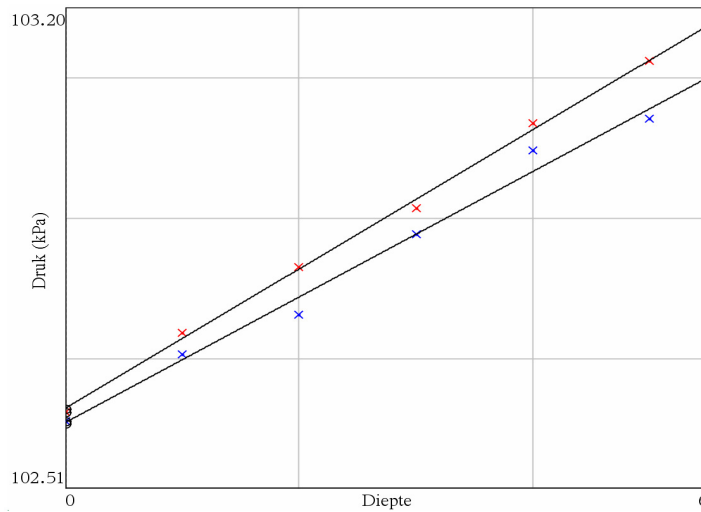
Het beste is om de computerweergave te gebruiken omdat je scherm dan breder is. Klik op het fototoestel  en kies *pagina vastleggen*. De figuur van de pagina zal automatisch naar het klembord worden gekopieerd. Nu kan je in Word deze figuur plakken en deze met hulpmiddelen voor afbeeldingen tot de gewenste grootte bijsnijden.

	run1		run2	
	Diepte	Druk	Diepte	Druk
1	0	102.61	0	102.62
2	1	102.71	1	102.74
3	2	102.76	2	102.83
4	3	102.88	3	102.91
5	4	103.00	4	103.04
6	5	103.04	5	103.12

Figuur 9: screenshot van tabel uit TI-Nspire software

4.2 Screenshot van grafiek plakken in Word

Dezelfde handelingen kan je uitvoeren om de grafiek in Word te plakken.



Figuur 10: screenshot van grafiek uit TI-Nspire software

5 Gegevens overplaatsen naar Excel

5.1 Gegevens selecteren

Ga naar de tabelweergave van je experiment en selecteer de gegevens.

	run1		run2		
	diepte	Druk	diepte	Druk	diepte
1	0	102.61	0	102.62	
2	1.00	102.71	1.00	102.74	
3	2.00	102.76	2.00	102.83	
4	3.00	102.88	3.00	102.91	
5	4.00	103.00	4.00	103.04	
6	5.00	103.04	5.00	103.12	

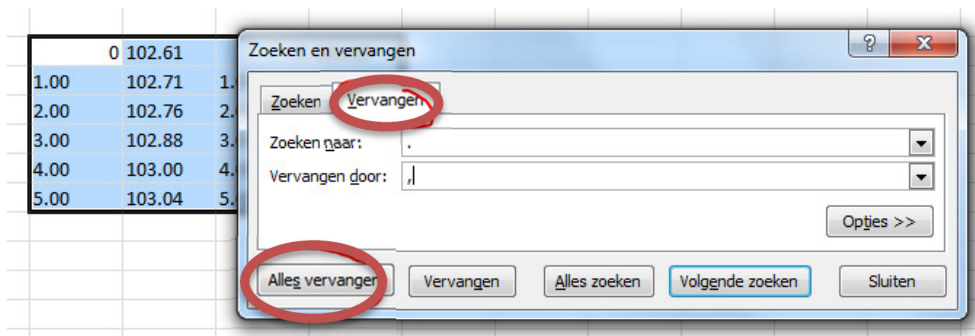
Figuur 11: gegevens selecteren

5.2 Gegevens kopiëren

Je kan de meetgegevens kopiëren door met de cursor op de selectie te staan, klikken met de rechtermuisknop en *bewerken* en *kopiëren* te kiezen.

5.3 Gegevens plakken in Excel

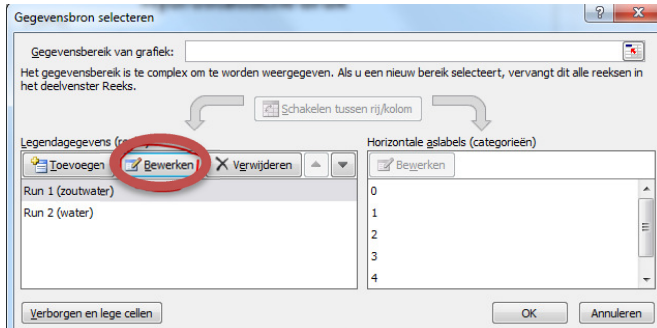
Open Excel. Ga op een cel staan en plak de inhoud. In Excel worden de decimale getallen weergegeven met een komma. Helaas bevatten de overgebrachte meetgegevens punten. Om dit op te lossen selecteer je de gegevens en druk je Ctrl + F. Nu kan je alle punten laten vervangen door komma's. Met deze gegevens kan je een spreidingsdiagram maken.



Figuur 12: punten vervangen door komma's

5.4 Grafiek in Excel

Je selecteert de gegevens en bij *invoegen* kies je een *spreadsdiagram*. Als de grafiek niet de juiste data weergeeft, klik je met de rechtermuisknop en kies *gegevens selecteren*. Hier kan je de gegevensreeksen aanpassen.

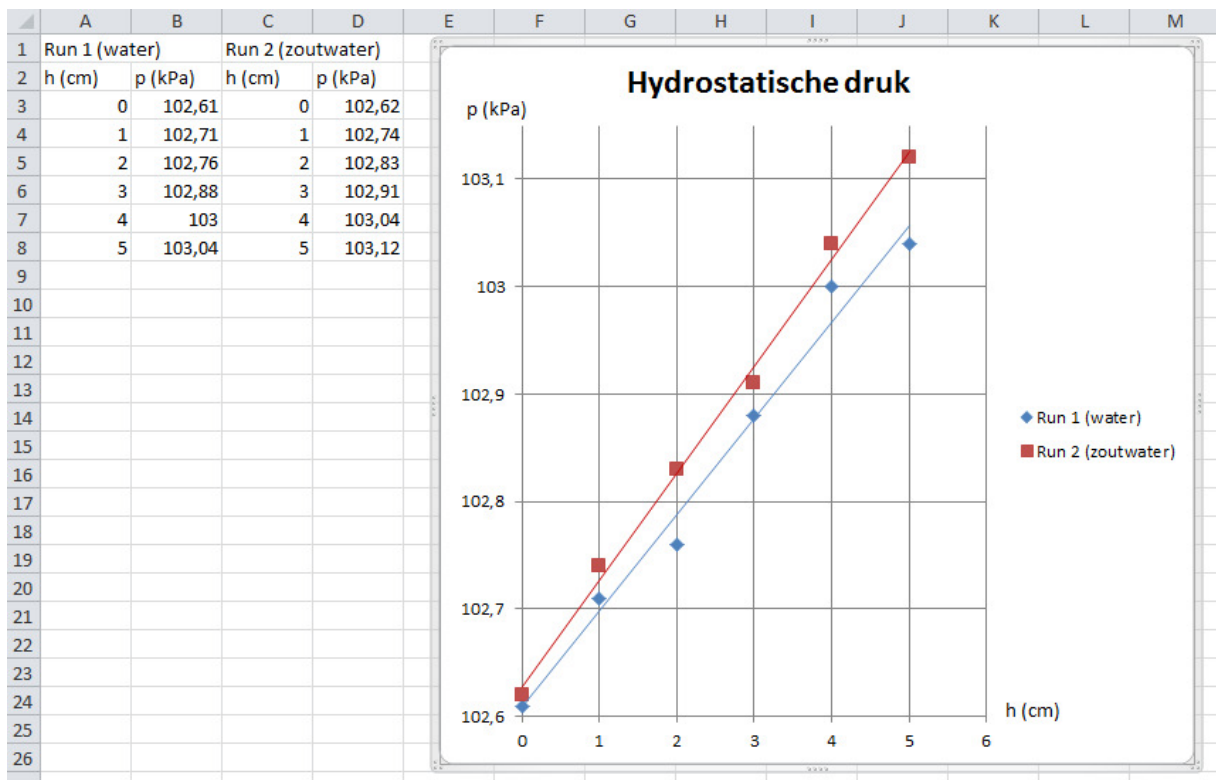


Figuur 13: gegevens selecteren

Je kan de reeksnaam selecteren of intypen.

Je kan ook de gegevens voor de X- en de Y-as selecteren.

Om het verband duidelijker te maken kan je nog een trendlijn toevoegen. Dit is een gemiddelde lijn doorheen je meetgegevens. Je zal zelf moeten kiezen welke trendlijn het beste in aanmerking komt. In figuur 14 is gekozen voor een lineair verband.



Figuur 14: grafiek in Excel met trendlijnen

Experiment: kenmerken van geluid

1 Inleiding

Bij de studie van het oor, hoort ook een kleine studie van het geluid. Dit experiment kan bij dit leerstofonderdeel uitgevoerd worden door de leerlingen. Ze zullen inzien dat geluid zich voortplant als een golf. Het is de bedoeling dat de leerlingen zelf ontdekken welke invloed frequentie en amplitude hebben.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Wat zijn de kenmerken van geluid?

3 Voorbereiden

3.1 Benodigheden




- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Microfoon
- 2 verschillende stemvorken op klankkasten
- Aanslaghamer
- Ofwel mp3's van lage en hoge frequenties

3.2 Instellen van de verzamelmodus



Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '10000' in en bij tijdsduur '0,03'.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.



4 Uitvoeren experiment

4.1 Deel 1

Neem een stemvork en sla deze zacht aan. Start de meting. Sla op als run 1 door te klikken op . Hierna sla je dezelfde stemvork hard aan en voer je opnieuw een meting uit. Sla deze op als run 2 door op  te klikken.

Toon zowel run 1 als run 2 op dezelfde grafiek.

4.2 Deel 2

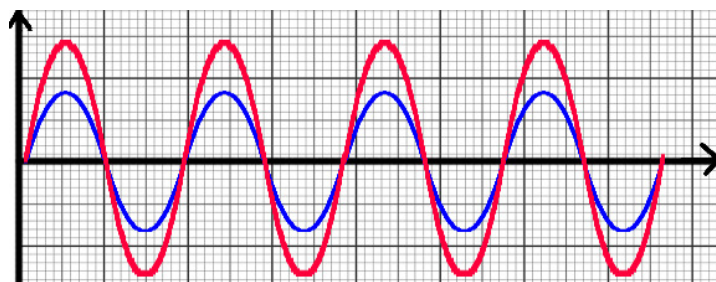
Neem de eerste stemvork en sla deze aan. Start de meting. Sla op als run 1 door te klikken op . Hierna sla je de tweede stemvork hard aan en voer je opnieuw een meting uit. Sla deze op als run 2 door op  te klikken.

Toon zowel run 1 als run 2 op dezelfde grafiek.

5 Besluiten en reflecteren

5.1 Deel 1

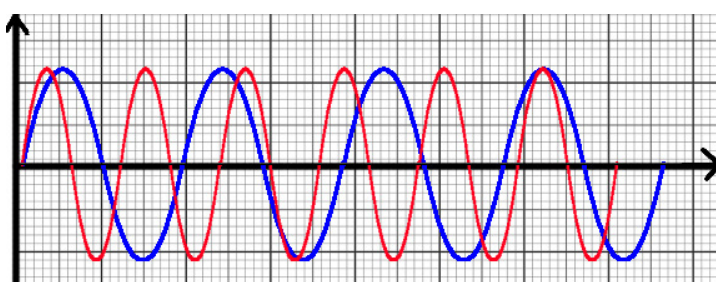
Bekijk de grafiek. Maak een schets waarop je het verschil aanduidt tussen de het hard en het zacht geluid.



Bij het harde geluid (rood) is de golfhoogte (amplitude) veel groter dan bij het zacht geluid (blauw).

5.2 Deel 2

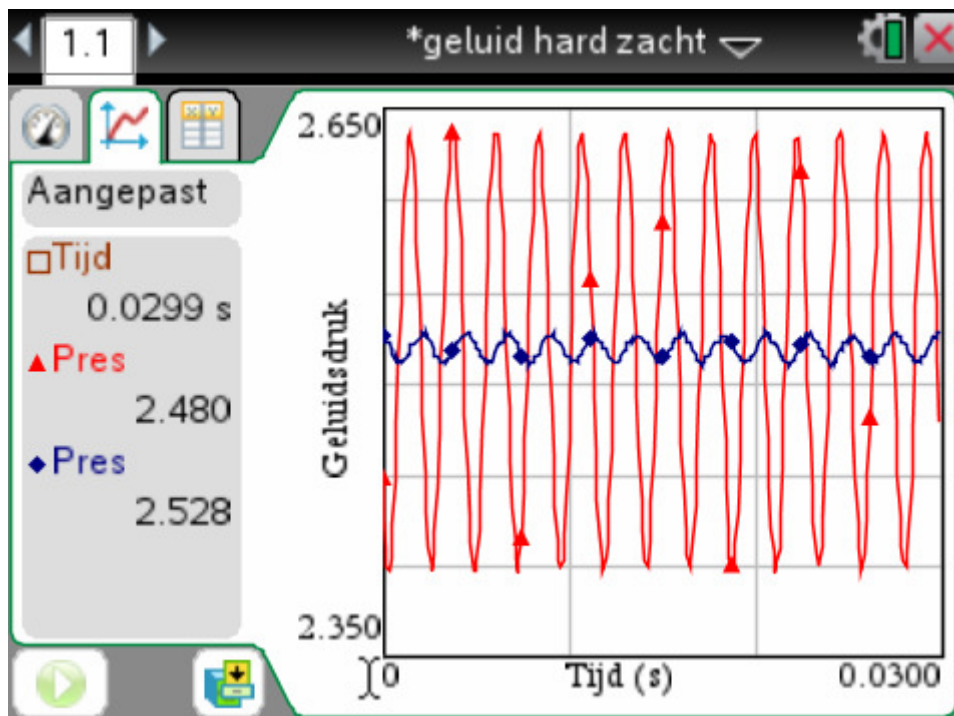
Bekijk de grafiek. Maak een schets waarop je het verschil aanduidt tussen de het hoog en het laag geluid.



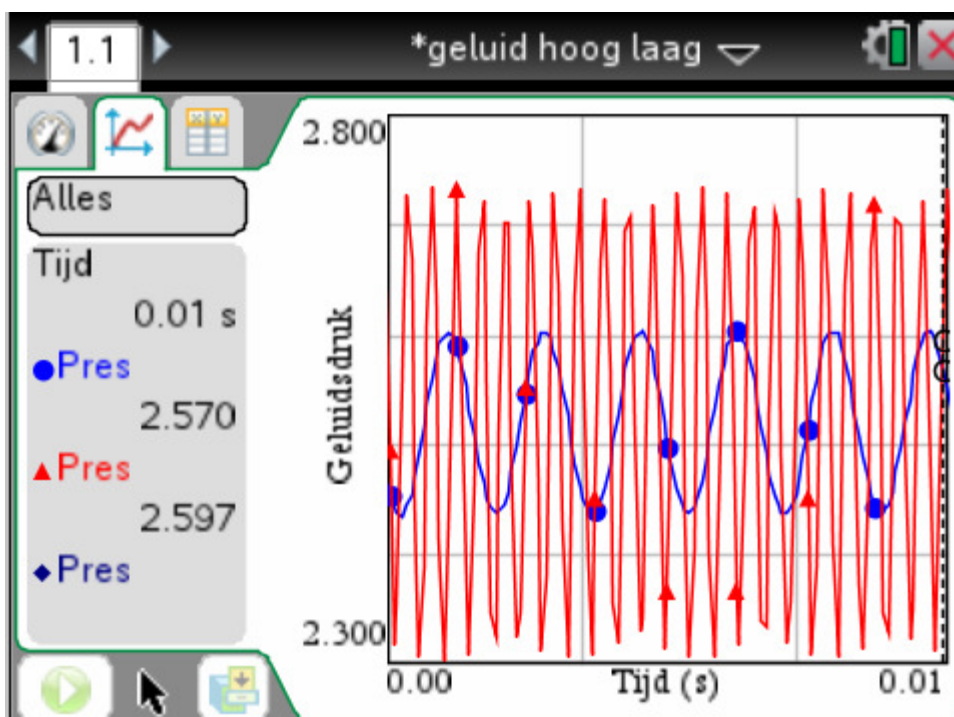
Bij het hoge geluid is de frequentie hoger dan bij het lage geluid.

6 Tips

De resultaten zijn het duidelijkst wanneer de proef wordt uitgevoerd met stemvorken op een klankkast. Hieronder staan de screenshots van de resultaten.



Figuur 15: grafiek van de zachte aanslag (blauw) en de harde aanslag (rood) van eenzelfde stemvork



Figuur 16: grafiek van het geluid van de hoge (rood) en de lage (blauw) stemvork

Experiment: spiermoeheid bij langdurige inspanning

1 Inleiding

Dit experiment kan worden uitgevoerd nadat de soorten spieren op basis van bouw en werking zijn besproken. Dit is een zeer snel uitvoerbaar experiment met zeer weinig benodigdheden waarbij de kenmerken van de werking van skeletspieren worden aangetoond.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Kunnen handspieren hun kracht lang vasthouden? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

	Dwarsgestreepte spieren	Gladde spieren
Waar zijn deze spieren gelegen in het lichaam?	<i>Deze spieren zitten vastgehecht aan het skelet (skeletspieren).</i>	<i>Deze spieren bevinden zich in en rond de organen.</i>
Doorstreep de foute beweringen:	<i>Langzaam / snel en krachtig</i> <i>Snel vermoeid / langdurig</i> <i>Willekeurig / onwillekeurig</i>	<i>Langzaam / snel en krachtig</i> <i>Snel vermoeid / langdurig</i> <i>Willekeurig / onwillekeurig</i>

3.2 Benodigdheden





- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Hand dynamometer

3.3 Instellen van de verzamelmodus


Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '0,5' in en bij tijdsduur '15'.

Zet voor de metingen de handkrachtmeter op nul. Klik op  1: *experiment* en dan 9: *sensoren instellen* en dan 3: *nul*.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

4 Uitvoeren experiment

Neem de handkrachtmeter in de hand en start de meting. Na 2 seconden ga je zo hard mogelijk knijpen op de handkrachtmeter. Gedurende de hele meting houd je dit vol. Sla dit op in run 1 door op  te klikken. Hierna kan je andere leerlingen dezelfde proef laten uitvoeren

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak een schets.

Wat gebeurt er met de spierkracht na verloop van tijd?

... De spierkracht neemt af. Het is niet mogelijk om dezelfde kracht 15 seconden aan te houden



Figuur 17: grafiek van de meting

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Kunnen handspieren hun kracht lang vasthouden? ... *Nee*

Motivatie: *... De spieren die we gebruiken om te knijpen op de handkrachtmeter zijn skeletspieren. Deze spieren kunnen zeer krachtig werken maar ze zijn zeer snel vermoeid. Na een paar seconden neemt de kracht al af.*

Experiment: vergelijking spierkracht in linker- en rechterhand

1 Inleiding

Dit experiment kan worden uitgevoerd nadat de soorten spieren op basis van bouw en werking zijn besproken. Dit is een zeer snel uitvoerbaar experiment met zeer weinig benodigheden waarbij wordt aangetoond dat spieren sterker worden door training of veelvuldig gebruik. Tijdens het uitvoeren van dit experiment heb ik gemerkt dat het verschil in knijpkracht tussen de dominante en niet-dominante hand het grootste is bij tennisers.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Is er een verschil in knijpkracht tussen de dominante en de niet-dominante hand? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Zoek op.

Spieratrofie: ... *Het dunner en minder krachtig worden van spieren door langdurige rust. Vb. arm in de gips of rolstoelpatiënten.*

Spierhypertrofie: ... *Het toenemen van skeletspieren door krachttraining. Vb. bodybuilders*

3.2 Benodigheden





- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Hand dynamometer

3.3 Instellen van de verzamelmodus


Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '0,5' in en bij tijdsduur '15'.

Zet voor de metingen de handkrachtmeter op nul. Klik op  1: *experiment* en dan 9: *sensoren instellen* en dan 3: *nul*.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

4 Uitvoeren experiment

Neem de handkrachtmeter in de dominante hand en start de meting. Na 2 seconden ga je zo hard mogelijk knijpen op de handkrachtmeter. Gedurende de hele meting houd je dit vol. Sla dit op in run 1 door op  te klikken. Hierna kan voer je deze meting uit met je niet-dominante hand. In de *grafiekweergave* kan je klikken op *aangepast*. Je kan dan 3: *alles* aanvinken. Beide runs worden nu op dezelfde grafiek gezet.

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak een schets.

Zie je een verschil tussen de knijpkracht van de dominante en de niet-dominante hand? Ja, welk?

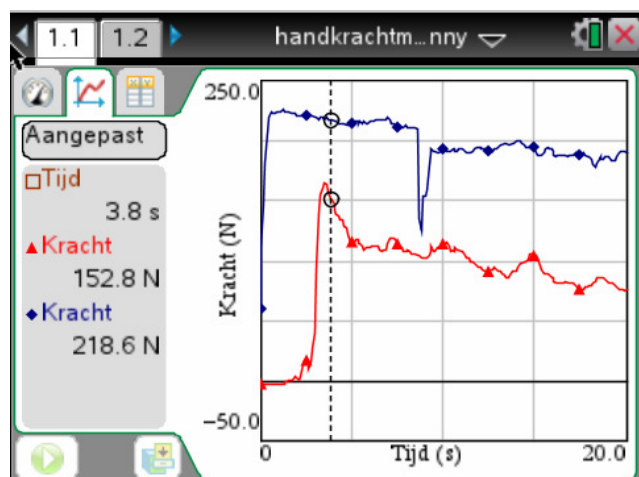
... De dominante hand heeft een veel grotere knijpkracht dan de niet-dominante hand.

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Is er een verschil in knijpkracht tussen de dominante en de niet-dominante hand?...

Ja

Motivatie: *... De spieren van de dominante hand worden regelmatig gebruikt. Hierdoor zijn de spieren van deze hand beter ontwikkeld en is de knijpkracht groter. De niet-dominante hand heeft minder ontwikkelde spieren en de knijpkracht is kleiner.*

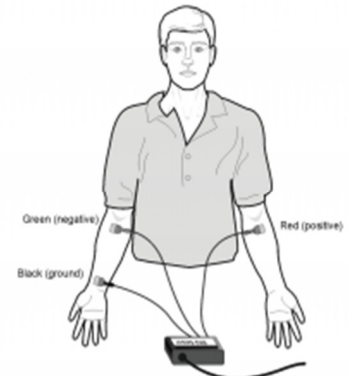


Figuur 18: grafiek van de meting

Experiment: elektrocardiogram ECG

1 Inleiding

Een ECG is de registratie van de elektrische activiteit van de hartspier. In de medische wereld wordt een ECG gebruikt om te onderzoeken of er sprake is van hartritmestoornissen. Op basis van onze meting kan er geen medische conclusie getrokken worden, toch maakt het resultaat aan leerlingen duidelijk dat elektrische signalen nodig zijn bij de contractie van de hartspier. De elektrische activiteit doorheen het hart, kan worden waargenomen met huidelektrodes. Deze moeten wel op verschillende plaatsen bevestigd worden om een behoorlijk resultaat te verkrijgen. Een ECG kan er zeer verschillend uitzien. Sommige golven zijn kleiner of groter. Het resultaat van de meting is beter zichtbaar op de computer dan op de handheld. Indien de proef toch met de handheld wordt uitgevoerd, krijg je het beste resultaat bij voldoende inzoomen.



Figuur 19: plaatsen van de huidelektrodes

2 Oriënteren

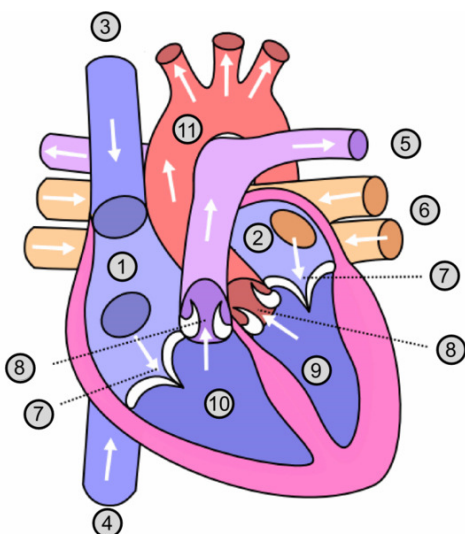
Onderzoeksvraag - hypothese

Tracht de verschillende fasen van de hartwerking te herkennen op het elektrocardiogram.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Benoem de delen van het hart.



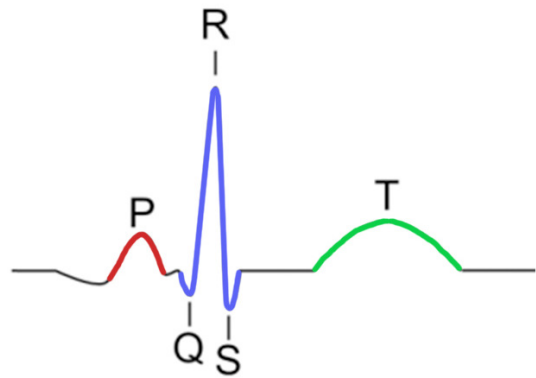
1. ... *rechtvoorkamer*
2. ... *linkvoorkamer*
3. ... *bovenste holle ader*
4. ... *onderste holle ader*
5. ... *longslagader*
6. ... *longaders*
7. ... *hartkleppen*
8. ... *slagaderkleppen*
9. ... *linkerkamer*
10. ... *rechterkamer*
11. ... *aorta*

illustration by Eric Pierce
(wapcaplet88@gmail.com)

De werking van het hart verloopt in drie fasen. Elke fase kan je herkennen op het elektrocardiogram.

Fase 1

De voorkamers trekken samen zodat via de open hartkleppen het bloed in de kamers stroomt. De slagaderkleppen zijn op dit moment nog dicht. Op het ECG komt fase 1 overeen met de P-golf.



Figuur 20: verschillende golven van het ECG

Fase 2

Nu trekken de kamers samen waardoor de hartkleppen dichtgaan en de slagaderkleppen openen. Het bloed wordt naar de aorta en de longslagader gepompt. Deze contractie kan je zien in het QRS-complex.

Fase 3

Het hart herstelt en ontspant zich. De slagaderkleppen sluiten en de hartkleppen openen. Het bloed kan weer de voorkamers binnen. De T-golf duidt de ontspanningsfase aan van het hart.

3.2 Benodigheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- ECG sensor + huidelektroden



3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '50' in en bij tijdsduur '5'.

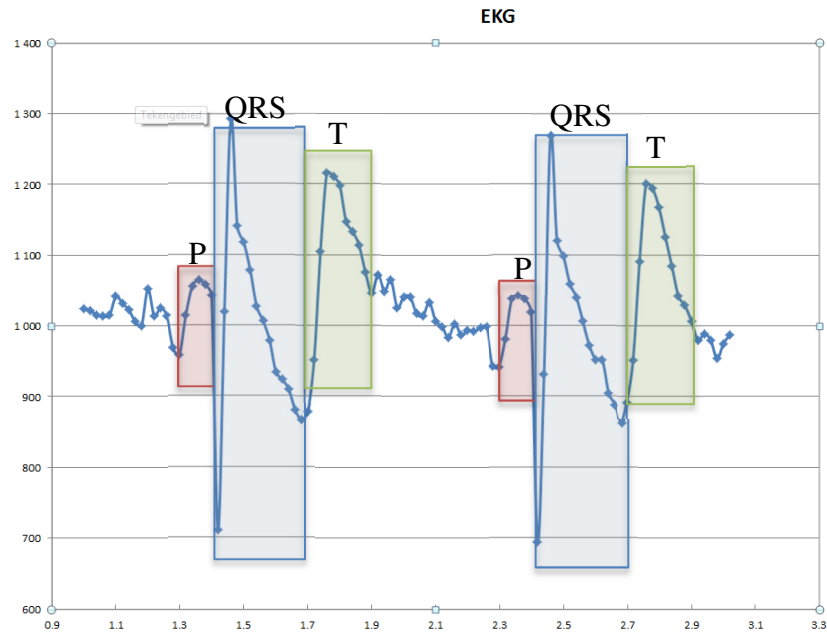
Kleef de elektroden zoals aangegeven op de sensor.

4 Uitvoeren experiment

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek. Je kan best 2 seconden selecteren in de grafiek. Kies dan  3: *grafieken* en dan 8: *zoom in*.

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk het ECG en tracht de verschillende fasen van de hartwerking te herkennen.



Figuur 21: ECG in Excel met data van de handheld

Waarom is de P-golf veel kleiner dan het QRS-complex?

... Bij de P-golf trekken de voorkamers samen en bij het QRS-complex contraheren de kamers. De kamers zijn groter dan de voorkamers en bevatten ook meer spiercellen. Hierdoor zal er dus meer elektrische activiteit zijn en is het QRS-complex groter.

6 Tips

De toppen op een ECG zijn niet altijd makkelijk te herkennen. Soms komt er zelfs helemaal geen Q-dal voor of is deze veel kleiner dan in figuur 21. Meestal vind je de R-top wel snel terug.

Dit experiment kan je ook uitvoeren in combinatie met de handkrachtmeter. Op het moment dat er in de handkrachtmeter wordt geknepen, zie je de hartslag verhogen. Om de verhoging van de hartslag bij lichamelijke activiteit aan te tonen kan echter beter de handgrip hartmonitor gebruikt worden.

Experiment: samenhang tussen het animale en autonome zenuwstelsel

1 Inleiding

Dit experiment toont de samenhang aan van het animale en autonome zenuwstelsel. Wanneer we sporten is het animale zenuwstelsel verantwoordelijk voor het regelen van de spiercontracties in de skeletspieren. Deze lichaamsactiviteit zal ook een enorme invloed hebben op het autonome zenuwstelsel waardoor hartslag en ademfrequentie zullen verhogen. In dit experiment wordt aangetoond dat de hartslag zal verhogen bij lichamelijke activiteit.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

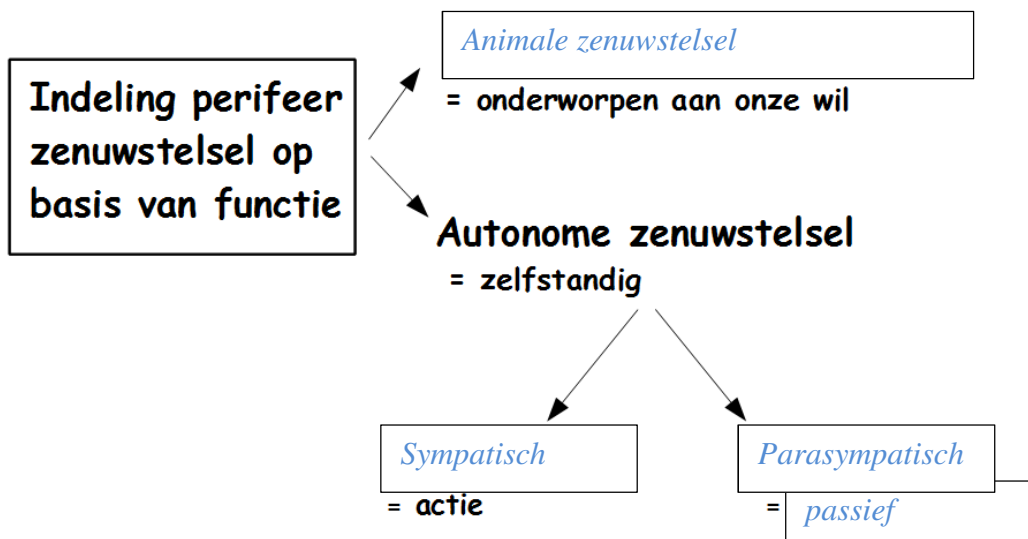
Heeft sporten een effect op je autonome zenuwstelsel? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Vul het schema aan.



3.2 Benodigdheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Handgrip hartmonitor

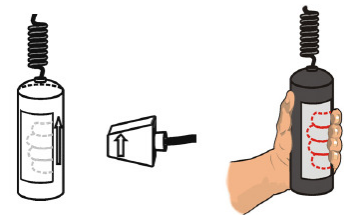
3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.


Geef bij meetwaarden/seconde '20' in en bij tijdsduur '40'.

4 Uitvoeren experiment

Zorg dat de pijl van de ontvanger in dezelfde richting wijst als de pijl op de handgrepen. De ontvanger mag niet meer dan 80 cm van de handgrepen verwijderd worden. Wanneer de sensor gekoppeld is aan de Lab Cradle, laat de sensor dan even stabiliseren vooraleer de meting te starten.



Figuur 22: ontvanger en handgreep

Zorg dat de proefpersoon in rust is. Start de meting door een druk op de  pijl. Laat de proefpersoon nu herhaaldelijk kleine sprongen maken.

5 Besluiten en reflecteren

Welke spieren gebruik je bij de lichaamsactiviteit? ... *skeletspieren*

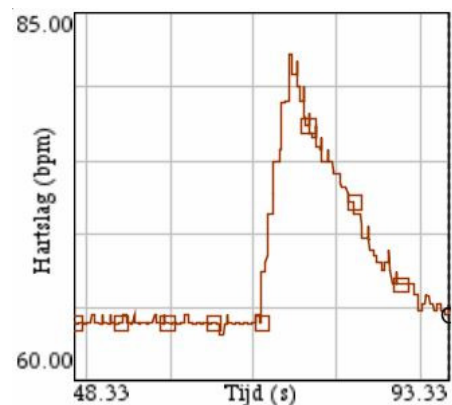
Welk zenuwstelsel zal deze spieren activeren?

... *het animale zenuwstelsel*

Bekijk de grafiek en maak een schets.

Wat is de maximale hartslag bij rust? ... *64 bpm*

Wat is de maximale hartslag bij activiteit? ... *82 bpm*



Figuur 23: verhoging van de hartslag bij inspanning

Welk verschil zie je tussen de hartslag in rusttoestand en bij lichamelijke activiteit.

... *De hartslag in rust ligt veel lager dan bij lichamelijke activiteit. Hoe langer de activiteit duurt, hoe hoger de hartslag wordt.*

Welk deel van het autonome zenuwstelsel is verantwoordelijk voor de verandering van de hartslag bij lichamelijke activiteit?

... *sympatisch deel*


Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft sporten een effect op je autonome zenuwstelsel? ... *Ja*

Motivatie: ... *De lichamelijke activiteit wordt verzorgd door het animale zenuwstelsel. Dit heeft een effect op het autonome zenuwstelsel. Door de activiteit treedt het sympatische zenuwstelsel in werking. Dit zal de hartslag verhogen.*

6 Tips

Om de gemiddelde hartslag te zoeken bij rust kan dit deel van de grafiek geselecteerd worden.

Kies hierna  4: *analyseren* en dan 5: *statistieken*. Je kan het gemiddelde, maximale en minimale waarde aflezen. Dit kan je herhalen voor de top van de grafiek.

De frequentie van de hartslag zal verschillen naarmate de uitgevoerde activiteit. De leerlingen kunnen nagaan welke oefeningen of bewegingen de hartslag het snelst doen stijgen.

Het is niet mogelijk om met een mindere frequentie dan 20 meetwaarden per seconde te meten. Proefondervindelijk blijkt dat dan de juiste hartslag niet wordt weergegeven.

Experiment: maken van yoghurt

1 Inleiding

De leerlingen zullen de verzuring van de melk opvolgen in functie van de tijd. Om het uur moet er een pH-meting worden uitgevoerd en dit gedurende acht uur. Dit experiment is van opzet niet moeilijk, maar de tijdverdeling kan het organisatorisch wel behoorlijk lastig maken. Toch is dit experiment zeker de moeite waard omwille van het vakoverschrijdend aspect en de koppeling met de voedingssector.

In het vierde jaar wordt er aandacht geschonken aan het orde brengen in biodiversiteit. In de tree of life zijn er drie hoofdtakken waarvan eentje het domein van de bacteriën voorstelt. De leerlingen kennen allemaal ziekten gerelateerd aan bacteriën. Helaas zijn ze minder bekend met de gunstige effecten van bacteriën. In dit experiment zal worden aangetoond dat bacteriën een rol spelen bij voedselproductie. De leerlingen maken yoghurt met behulp van *Lactobacillus bulgaricus* en *Streptococcus thermophilis*. Tijdens chemie zullen de leerlingen in het vierde ook pH behandelen. Voor dit experiment moeten ze het begrip pH reeds kennen, een titratie kunnen uitvoeren en kunnen werken met concentraties. Houd dus rekening met de planning van de leerkracht chemie.

De procedures voor de productie van yoghurt en de opvolging van het proces werden verkregen van Lab4Food, Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen, KU Leuven, Campus Thomas More Kempen, naar aanleiding van Scientists@Work (VIB).

2 Oriënteren

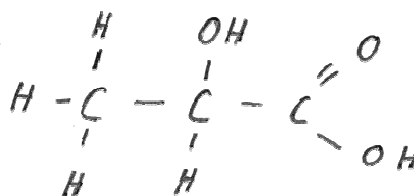
Onderzoeksvraag – hypothese

- Hoe zal de pH van de melk veranderen in functie van de tijd?
- Heeft de melk de structuur van yoghurt na het experiment?
- Hoe zal de zuurtegraad in Dornic graden (°D) van de melk zijn voor toevoeging van de melkzuurbacteriën en erna?

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Teken de structuurformule van melkzuur.



In melk zit lactose (melksuiker) dat door melkzuurbacteriën (*Lactobacillus bulgaricus* en *Streptococcus thermophilis*) wordt omzet in melkzuur. Wanneer deze bacteriën aan melk worden toegevoegd zal de melk beginnen verzuren. Dit kan worden nagegaan met een pH-meting.

In yoghurt drukt men de zuurtegraad ook nog uit in Dornic graden. Hiervoor wordt een titratie met NaOH uitgevoerd. Dornic graden zijn het aantal ml NaOH met concentratie 0,111 mol/l dat moet worden toegevoegd om 100 ml melk een kleuromslag met fenolftaleïne te bezorgen. 1°D komt dan ook overeen met 10 mg melkzuur in 100 ml melk of 0,1% melkzuur. Uit literatuur blijkt dat gefermenteerde yoghurt een Dornic waarde heeft tussen de 80°D en de 100°D.

	pH	°D
melk	6-7	±14
yoghurt	4,5	±80

Omdat de titratie wordt uitgevoerd met 10 ml en als de concentratie van de standaardoplossing van NaOH niet gelijk is aan 0,111 M zal het volume NaOH (°D) met volgende formule herberekend kunnen worden.

Tabel 1: theoretische pH en Dornic waarden voor melk en yoghurt

$$^{\circ}D \text{ (ml NaOH)} = \frac{C_{\text{standaard}} \cdot V_{\text{standaard}} \cdot 10}{0,111}$$

3.2 Benodigdheden

3.2.1 Maken yoghurt

- UHT melk 1l
- Zakje met ferment (verkrijgbaar bij apotheek of natuurvoedingswinkel)
- Afsluitbare plastic pot
- Warmwaterbad (±35°C) of broedstoof

3.2.2 pH-meting

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- pH-sensor



3.2.3 Titratie Dornic graden

- Buret, erlenmeyer 50 ml, trechter, pipet (10ml) en pipetpeer
- Statief met statiefklemmen
- Eventueel een magnetische roerder
- Fenolftaleïne
- NaOH (0,111 mol/l)

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.


Geef bij meetwaarden/seconde '0,1' in en bij tijdsduur '10'.

4 Uitvoeren experiment

4.1.1 Maken yoghurt



- 1) Breng de melk aan de kook en laat afkoelen tot op een temperatuur van 35°C
- 2) Meng het ferment op met wat melk op kamertemperatuur.
- 3) Giet het opgeloste ferment bij de warme melk in een plastic beker.
- 4) Sluit de beker en laat gedurende 8u op 35-45°C in een warmwaterbad of broedstoof staan.


4.1.2 pH-meting



- 1) Neem elk (half) uur met een pipet 10 ml melk uit de thermos.
- 2) Breng over in een erlenmeyer van 50 ml
- 3) Start de meting van de pH met de pH-sensor door op de  te drukken.
- 4) Noteer het resultaat in een tabel of sla dit op als run 1.
- 5) Hierna gebruik je de melk nog voor de titratie.
- 6) Voer deze metingen gedurende 4u of 8u uit.

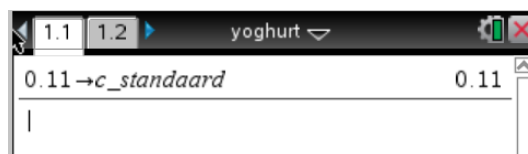
4.1.3 Titratie Dornic graden

- 1) Voeg drie druppels fenolftaleïne toe aan de erlenmeyer met melk.
- 2) Voeg met een buret NaOH toe tot de kleur omslaat van kleurloos naar roze-rood.
- 3) Lees het volume NaOH af dat je hebt toegevoegd.
- 4) Voer deze metingen gedurende 4u of 8u uit.

Je kan de leerlingen dit resultaat laten noteren op hun labo blad, maar je kan de leerlingen deze gegevens ook laten verwerken met het rekentoestel. Daarvoor druk je op de  toets. Je krijgt dan het beginscherm te zien. Daarna kies je  'Lijsten en Spreadsheet'.

Open ook meteen een nieuwe pagina  4: *invoegen* en dan 3: *Rekenmachine*. In dit blad kan je de leerlingen de concentratie van de gebruikte oplossing NaOH laten opslaan. Dit doe je door de concentratie in te geven en

 + . Geef de variabele de naam *c_standaard*.



Figuur 24: variabele opslaan

	volume_naoh	dornic
1	1.92	19.027
2	8.72	86.4144
3		
4		
5		

Figuur 25: Dornic graden berekenen in Spreadsheet

Deze variabele kan je nu ook gebruiken in de Spreadsheet. In kolom A geven de leerlingen het volume NaOH in dat ze bekomen met de titratie. In het formulevak bij kolom B geven ze de formule in om graden Dornic te berekenen. Formules beginnen altijd met '='.

Wanneer de leerlingen nu een volume invullen in kolom A, wordt kolom B berekend.

5 Besluiten en reflecteren

Heeft de verzuurde melk de structuur van yoghurt na het experiment?

... *Ja, de melk is dikker geworden.*

Beoordeel de geur van de verzuurde melk.

... *De melk heeft een zure geur.*

Bekijk de gegevens in je tabel. Hoe is de pH in functie van de tijd verandert?

... *De pH van de verzurende melk is gedaald.*

Verklaar.

... *Lactose wordt door de melkzuurbacteriën omgezet in melkzuur. Hierdoor zal de melk zuurder worden.*

Vul de tabel aan.

Tijd	pH	Volume NaOH (ml)	°D
0	6,66	1,9	±19
5u			
6u			
7u	4,55	7,9	±78
8u	4,35	8,7	±86

Vergelijk de pH-waarden en de graden Dornic van het experiment met de theoretische waarde.

Na acht uren is de melk yoghurt geworden. De yoghurt heeft de juiste zuurtegraad en graden Dornic bereikt.

6 Tips

Het makkelijkste is om het experiment in de voormiddag op te zetten. In de eerste uren verandert de pH nauwelijks, maar na vier uren zie je wel al resultaat. Daarna gaat de verzuring sneller. Vanaf de middag kunnen de leerlingen dit experiment uitvoeren. Ikzelf heb deze proef uitvoerig getest met magere UHT melk. Om de yoghurt gedurende acht uren op de juiste temperatuur te houden heb ik de beker in een broedstoof geplaatst. Na vier uren was de melk zichtbaar aan het veranderen en konden de leerlingen de zure geur waarnemen. Het ferment heb ik bij de apotheker gehaald.

Voor leerlingen die wetenschappelijk minder sterk zijn, kan dit experiment vereenvoudigd worden. De leerlingen meten enkel de pH met de pH-sensor.

Het omrekenen in graden Dornic kan handig in de spreadsheet gebeuren van het rekentoestel. Indien u als leerkracht wetenschappen niet vertrouwd bent met de andere functies van het rekentoestel, vraag dan aan de leerlingen of ze tijdens wiskunde al hebben geleerd hoe ze een variabele moeten opslaan.

Mocht de melk niet voldoende verzuren, dan kan er één eetlepel suiker worden toegevoegd om de verzuring door de bacteriën te bevorderen.

Je kan ook het effect van de temperatuur onderzoeken. Als je de melk op 35°C of 45°C laat staan, zal er een verschil zijn in viscositeit.

Bereiding van 0,111 mol/l NaOH-oplossing: 4,44 g NaOH per liter oplossing (H314, P280, P305+P351+P338, P310). Omdat pellets NaOH niet makkelijk juist af te wegen zijn, is het wellicht nodig om de concentratie van de gemaakte standaardoplossing om te zetten naar de concentratie 0,111 mol/l. De formule hiervoor is gegeven in de theoretische uitleg.

Experiment: fermentatie gist

1 Inleiding

Nog een experiment dat kadert in micro-organismen en voedselproductie is de fermentatie van gist. Hoe komen de gaten in de kaas en waarom moet brooddeeg rijzen? In deze proef wordt het CO₂-gehalte gemeten tijdens de fermentatie van bakkersgist met glucose.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Zal het CO₂ gehalte bij de respiratie van suiker door gist toenemen? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Zoek de wetenschappelijk naam op van bakkersgist?

Saccharomyces cerevisiae

Beschrijf de alcoholische gisting van glucose.

Alcoholische gisting is anaeroob, dat wil zeggen dat er geen zuurstof bij dit proces betrokken wordt. Glucose zal door het fermentatieproces in ethanol (alcohol) en koolstofdioxide wordt omgezet.

Zoek de chemische reactievergelijking op van de alcoholische gisting van glucose.



3.2 Benodigheden




- TI-Nspire
- Lab Cradle
- CO₂-sensor
- Bakkersgist en suiker
- Afsluitbare pot waarin de sensor past
- Warm water
- Plastic en tape (indien pot niet goed afsluit)

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '0,25' in en bij tijdsduur '360'.

Zet het knopje op de sensor op high.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.



Figuur 26: gevoeligheid van sensor aanpassen

3.4 Proefopstelling



Figuur 27: proefopstelling van de CO₂-sensor met de gistoplossing

4 Uitvoeren experiment

Meng de bakkersgist met het warme water van 40°C. Giet dit warme mengsel in de afsluitbare pot. Voeg een suikeroplossing toe en hang de sensor in de pot. Dek de overige, open ruimte af met plastic en tape. Start de meting.

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak een schets.

Waarom wordt deeg na rijzen en bakken zeer luchtig?

... De bakkergist zal het aanwezige suiker in het deeg omzetten in CO₂ en alcohol.

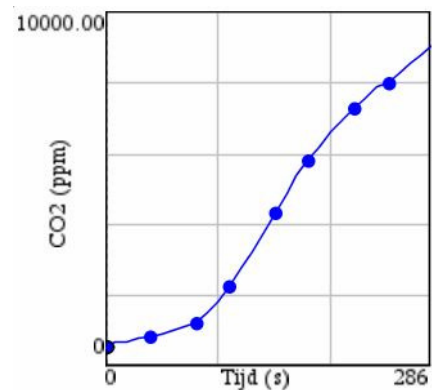
Bij anaerobe fermentatie wordt er ook alcohol gevormd. Waarom word je toch niet zat als je brood eet?

... De gevormde alcohol verdampt tijdens het bakken en is dus niet meer aanwezig in het afgewerkt brood.

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Zal het CO₂ gehalte bij de respiratie van suiker door gist toenemen? ... *Ja*

Motivatie: ... *Doordat glucose door gist wordt omgezet.*



Figuur 28: resultaat van de vergisting van suiker

6 Tips

Variatie op deze proef:

Wanneer je de massa van de gist constant houdt, kan je het effect van de hoeveelheid suiker nagaan op de CO₂ productie.

Experiment: lichtsterkte bij verschillende materialen

1 Inleiding

Dit experiment kan worden uitgevoerd tijdens de lessen optica en is uitermate geschikt om de leerlingen te laten kennismaken met het vergaren van data met het rekentoestel. De lichtsterkte wordt onderzocht achter een donker voorwerp. Hierna kunnen doorzichtige, doorschijnende en ondoorschijnende voorwerpen gedefinieerd worden.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Is er een verschil in lichtsterkte achter verschillende donkere voorwerpen? ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Verklaar.

Lichtbron: ... *voorwerpen die zelf licht uitzenden*

Donker lichaam: ... *voorwerpen die zelf geen licht produceren*

3.2 Benodigdheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Lichtsensor
- Statief met statiefklem x2, statiefvoet 3x
- Meetlat
- Vensterglas, matglas, metaal
- Lamp



3.3 Proefopstelling



Figuur 29: plaatsing van de lamp, materiaal en lichtsensor

3.4 Instellen van de verzamelmodus

Voor deze proef moet de sensor ingesteld staan op 0-600 lux of 0-6 000 lux naargelang de sterkte van de lamp. Enkel bij zonlicht is de stand 0-150 000 lux geschikt. Koppel de lichtsensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'materiaal' in en bij eenheden vul je niets in. Vink gemiddelde over 10 s aan.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek. Druk op  om het meetresultaat vast te leggen. Na de meting word je gevraagd om het materiaal in te geven. Gebruik '1' voor materiaal 1 en '2' voor materiaal 2, ...

4 Uitvoeren experiment

Maak de lamp vast op de statiefvoet. De meetlat maak je vast aan het statief. Maak op 5 cm van de lamp een statiefklem vast. Hierin kunnen de verschillende materialen geklemd worden. De sensor wordt op 20 cm van het materiaal vastgeklemd.

Eerst wordt de meting uitgevoerd zonder materiaal. De lamp schijnt rechtstreeks in de sensor. Voer de meting uit en geef '1' in. Hierna bevestig je het vensterglas tussen de lamp en de sensor en voer je de meting opnieuw uit en geef '2' in. Dit herhaal je voor matglas en metaal en deze noem je respectievelijk '3' en '4'. Laat de leerlingen de bijhorende kader invullen met behulp van de tabelweergave. Bekijk hierna de metingen in de grafiekweergave.

5 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan.

Materiaal	Lichtsterkte (lux)	Soort voorwerp
1 (niets)	<i>1616</i>	<i>Geen</i>
2 (vensterglas)	<i>1485</i>	<i>Doorzichtig</i>
3 (matglas)	<i>1243</i>	<i>Doorschijnend</i>
4 (metaal)	<i>6,6</i>	<i>Ondoorschijnend</i>

Geef een definitie voor:

Doorzichtig voorwerp: ... *een voorwerp dat bijna alle licht doorlaat*

Doorschijnend voorwerp: ... *een voorwerp dat slechts een gedeelte van het licht doorlaat*

Ondoorschijnend voorwerp: ... *een voorwerp dat geen licht doorlaat*

Experiment: bepalen van zwaarteveldsterkte

1 Inleiding

Wanneer het verband wordt gezocht tussen zwaartekracht en massa, kunnen we met behulp van dit experiment een mooi resultaat verkrijgen voor de zwaarteveldsterkte. Meestal wordt dit experiment uitgevoerd met massa's en een dynamometer. Een andere manier om de zwaarteveldsterkte te berekenen, is door gebruik te maken van het krachtenplatform en een weegschaal.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Onderzoeken van het verband tussen zwaartekracht en massa.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Vul aan.


Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Massa	m	kilogram	kg
Zwaartekracht	F_z	Newton	N


3.2 Benodigheden





- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Krachtenplatform
- Personenweegschaal

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Zet voor de metingen het krachtenplatform op nul. Klik op  1: *experiment* en dan 9: *sensoren instellen* en dan 3: *nul*.


Koppel de lichtsensoren aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'massa in' en bij eenheden vul je 'kg'. Vink gemiddelde over 10 s aan.

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

4 Uitvoeren experiment

Laat de proefpersonen zeer stil op het krachtenplatform staan en start de meting. Hierna mag de proefpersoon op de weegschaal gaan staan en wordt de massa ingegeven. Herhaal dit voor een aantal proefpersonen.

In de tabelweergave gaan we een kolom toevoegen om de berekening $\frac{F}{m}$ uit te kunnen

voeren. Kies  2: *gegevens* en dan 3: *nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'zwaarteveldsterkte' in, bij korte naam 'g' en bij eenheid 'N/kg'. Bij weergegeven precisie kies je 3 significante cijfers. Bij uitdrukking typ je 'Kracht/massa'. Na een klik op OK wordt er een nieuwe kolom in de tabel bijgevoegd. Hierin wordt direct de zwaarteveldsterkte berekend.



Figuur 30: nieuwe berekende kolom

5 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan.

Persoon	Massa (...kg)	Zwaartekracht (... N)	Zwaarteveldsterkte (... N/kg)
<i>Julia</i>	<i>50</i>	<i>487</i>	<i>9,74</i>
<i>Chadi</i>	<i>75</i>	<i>740</i>	<i>9,87</i>
<i>Dylan</i>	<i>56</i>	<i>551</i>	<i>9,84</i>
<i>Bjarne</i>	<i>61</i>	<i>592</i>	<i>9,70</i>

Bereken de gemiddelde waarde voor de zwaarteveldsterkte ... *9,79 N/kg*

Experiment: veerkracht (Wet van Hooke)

1 Inleiding

De wet van Hooke kan heel mooi worden aangetoond met behulp van de Dual Range Force Sensor. De leerlingen gaan het verband zoeken tussen de lengteverandering van de veer en de grootte van de zwaartekracht van de massa's. Als de leerlingen dit experiment op hun rekentoeistel bewaren, kan de leerkracht wiskunde bij eerstegraadsvergelijkingen deze meetresultaten gebruiken.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

- Onderzoeken van het verband tussen de lengteverandering van de veer en de grootte van de massa.
- Onderzoeken van de verandering tussen de (veer)krachtconstante bij verschillende veren.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Vul aan.

De veerkracht is de kracht die de veer uitoefent op het voorwerp dat eraan bevestigd is. Een veer ondergaat een ... *elastische* vervorming wanneer ze na belasting haar oorspronkelijke vormt terug aanneemt. Een veer ondergaat een ... *plastische* vervorming wanneer ze na belasting blijvend is vervormd.

Als de veer in rust verkeerd is de grootte van de veerkracht gelijk aan de grootte van de ... *zwaartekracht*.

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Massa	m	<i>kilogram</i>	kg
Lengteverandering	Δl	<i>meter</i>	m
Veerkracht	F_V	<i>Newton</i>	N

3.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Dual-range force sensor
- Statief, staaf en statiefklem
- Veer 1 (dik) en veer 2 (dun)
- Massa's (50 g)
- Meetlat
- Optioneel: bewegingssensor





3.3 Opstelling





Figuur 31: proefopstelling veerkracht


3.4 Instellen van de verzamelmodus


Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en dan 2: *gebeurtenissen met invoer*. Bij naam gebeurtenis vul je 'verlenging' in en bij eenheden 'm'. Je kan gemiddelde over 10 sec aanvinken indien gewenst.

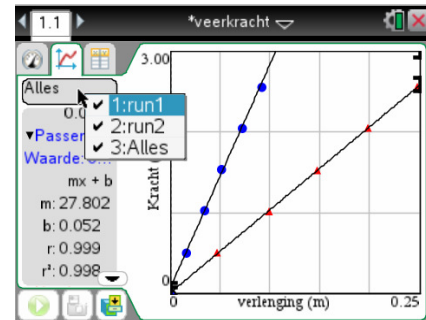
Stel het statief op en hang de veer aan de haak van de krachtsensor en zet dan de sensor op nul. Kies  1: *experiment* en dan 9: *instellen sensoren* daarna kies je 3: *nul*.

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

4 Uitvoeren experiment


Stel het statief op en hang de veer aan de haak van de krachtsensor. Met een tweede statiefklem klem wordt de meetlat aan het statief bevestigd. Stel de nullijn van de meetlat gelijk met het haakje van de veer. Hang een massa van 50 g aan de veer en bepaal de uitrekking. Meet ook de uitgeoefende kracht met de sensor. Hang weer een massa van 50 g bij. Bepaal opnieuw de uitrekking en meet de kracht. Je kan dit herhalen tot er 250 g aan de veer hangt. Druk op  om run 1 te bewaren.

Je herhaalt het experiment met veer 2. Na afloop druk je weer op  om run 2 te bewaren. In de *grafiekweergave* kan je klikken op *aangepast*. Je kan dan 3: *alles* aanvinken. Beide runs worden nu op dezelfde grafiek gezet. Op elke run kan je ook een Curve Fit uitvoeren. Je krijgt dan de vergelijking van de rechte.



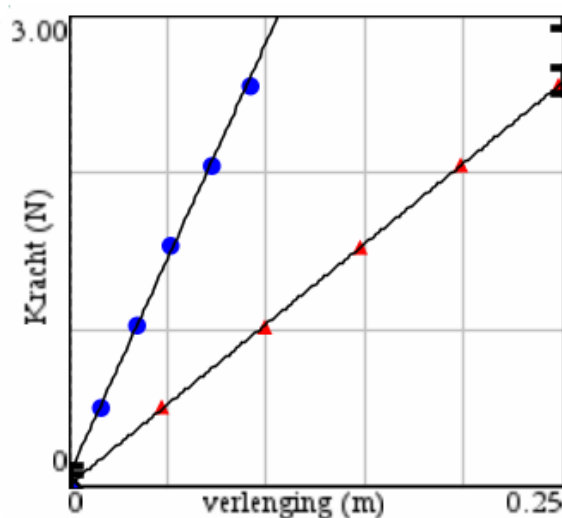
Figuur 32: twee runs zichtbaar op één grafiek

Om de (veer)krachtconstante te berekenen gaan we in de

tabelweergave een kolom toevoegen om de berekening $\frac{F}{\Delta l}$ uit te kunnen voeren. Kies  **menu** 2: *gegevens* en dan 3: *nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'krachtconstante' in, bij korte naam 'k' en bij eenheid 'N/m'. Bij weergegeven precisie kies je 3 significante cijfers. Bij uitdrukking typ je 'Kracht/verlenging'. Na een klik op OK wordt er een nieuwe kolom in de tabel bijgevoegd. Hierin wordt direct de (veer)krachtconstante berekend.

5 Besluiten en reflecteren

Teken de grafiek met behulp van de tabelweergave en los dan de vragen op.



Welk punt hebben de lijnstukken van veer 1 en veer 2 gemeenschappelijk?

... *Het punt (0,0) of de oorsprong hebben beide lijnstukken gemeenschappelijk.*

De lengteverandering *is* / ~~*is niet*~~ recht evenredig met de uitgeoefende kracht.

Bekijk de resultaten in de tabelweergave van de berekende kolom van krachtconstante.

Bereken het gemiddelde van de krachtconstante van veer 1. ...*29,7 N/m*

Bereken het gemiddelde van de krachtconstante van veer 2. ...*10,5 N/m*

	run1			run2		
	delta l	Kracht	k	delta l	Kracht	k
1	0	0.00	--	0	-0.00	--
2	0.02	0.52	32.7	0.05	0.52	11.0
3	0.04	1.04	29.8	0.10	1.03	10.3
4	0.05	1.55	29.7	0.15	1.53	10.3
5	0.07	2.05	28.5	0.20	2.06	10.4
6	0.09	2.57	28.0	0.25	2.57	10.4

Figuur 33: nieuwe berekende kolom met krachtconstante 'k'

De (veer)krachtconstante is het ... *grootst* bij die veer waar de grootste kracht voor nodig is om ze uit te rekken.

Is de veer stijf dan is de krachtconstante ... *groot*.

Is de veer soepel dan is de krachtconstante ... *klein*.

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
(veer)krachtconstante	<i>k</i>	<i>Newton per meter</i>	<i>N/m</i>

6 Tips

In plaats van een meetlat kan de bewegingssensor gebruikt worden om de verlening te meten. Je moet dan wel opletten dat de massa's niet op de sensor vallen.

Als de leerlingen bij wiskunde al eerstegraadsvergelijkingen behandeld hebben, kan je de leerlingen een Curve Fit laten uitvoeren om de vergelijking van de rechte te bekomen. De leerlingen zullen dan zien dat de rechten uiteraard een verschillende richtingscoëfficiënt hebben, namelijk de waarde van de (veer)krachtconstante.

Experiment: belang van dempende werking bij sportschoenen

1 Inleiding

Dit experiment kan worden uitgevoerd als de leerlingen bij fysica druk hebben behandeld en als ze de functie van de tussenwervelschijven bij biologie hebben besproken. In deze proef zoeken de leerlingen naar het nut van de gel- of luchtopbouw in de zolen van sportschoenen. Ze zullen zien dat de kracht die je voeten te verwerken krijgen zeer groot is.



2 Oriënteren

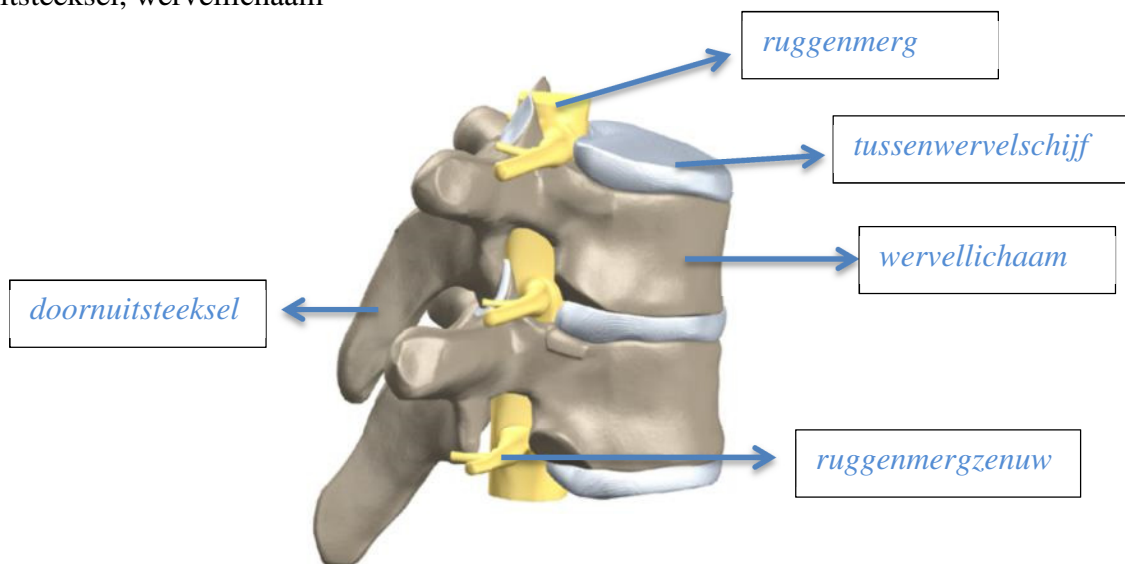
Onderzoeksvraag - hypothese

Toon het nut aan van de gel- of luchtopbouw in de zolen van sportschoenen.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Benoem op de tekening: ruggenmerg, ruggenmergzenuw, tussenwervelschijf, doornuitsteeksel, wervellichaam



Wanneer je 's morgens je lichaamslengte meet, ben je gemiddeld 2 cm groter dan 's avonds?
Hoe kunnen we dit verschijnsel verklaren?


... De tussenwervelschijven bevatten vocht en door de dempende werking doorheen de dag wordt een deel van het vocht eruit gedrukt. Wanneer we een hele nacht gelegen hebben is de voorraad vocht in de tussenwervelschijven weer aangevuld.

3.2 Benodigheden




- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Krachtenplatform

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Zet dan de sensor op nul. Kies  1: *experiment* en dan 9: *instellen sensoren* daarna kies je 3: *nul*.

Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*.

Geef bij meetwaarden/seconde '200' in en bij tijdsduur '6'.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

Zoom in op het gedeelte van de meetwaarden waarin de sprong zich bevindt. Dit doe je door dat deel van de grafiek te selecteren en dan  3: *grafieken* en vervolgens 8: *zoom in*.

4 Uitvoeren experiment

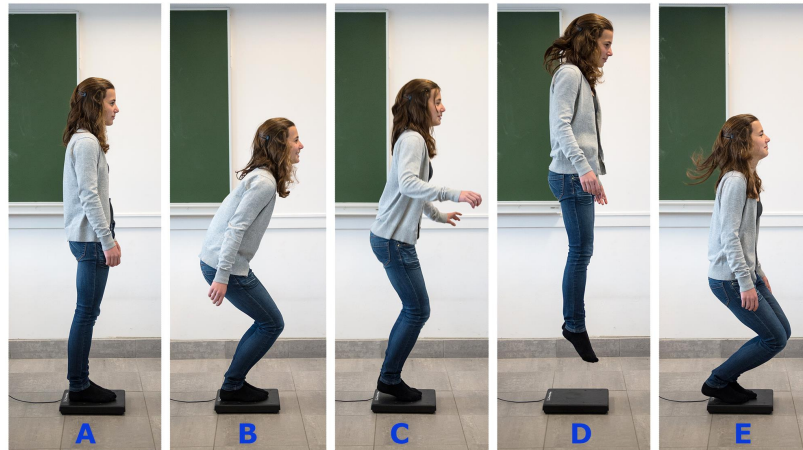
Zorg dat de gevoeligheid van het platform staat ingesteld op grote krachten.

Laat de proefpersoon zeer stil op het platform staan. Start de meting. Laat de proefpersoon eerst door de knieën buigen alvorens recht omhoog te springen en te landen op het platform.



Figuur 34: gevoeligheid krachtenplatform

4.1 Proefopstelling

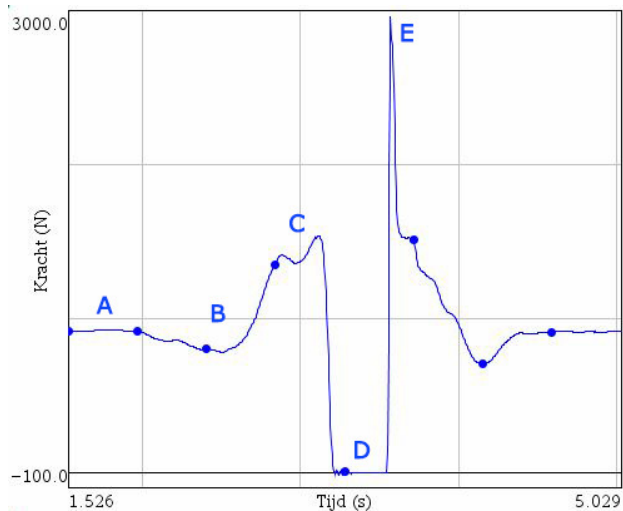


Figuur 35: de sprong op het krachtenplatform

5 Besluiten en reflecteren

Duid aan welke houding overeenkomt met de gegevens op de grafiek.

Vergelijk de kracht die je ondervindt wanneer je gewoon stilstaat en de kracht die het lichaam te verwerken krijgt bij de landing op het platform. Verklaar nu de functie van de gel- of luchttopbouw van sportzolen.



Figuur 36: resultaten van de sprong

... De kracht die je lichaam te verwerken krijgt bij de landing is ongeveer 2 keer zo groot als de normale zwaartekracht. Deze schok wordt grotendeels opgevangen door je rug en de tussenwervelschijven. Als je goede sportschoenen draagt, zullen de zolen al een groot deel van de kracht opvangen.

6 Tips

Je kan dit ook doen door de leerlingen eerst eens te laten wandelen over het platform of te laten lopen. Uiteraard geeft het springen wel een extreem beeld, maar ook bij lopen is de kracht van de landing zeer groot.

Experiment: Archimedeskracht

1 Inleiding

Dit experiment toont aan dat water een ondersteunende kracht heeft.

2 Oriënteren

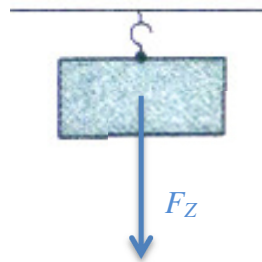
Onderzoeksvraag - hypothese

Aantonen dat water een ondersteunende kracht heeft.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Teken de zwaartekracht op het blokje.





3.2 Benodigheden





- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Dual Range Force Sensor
- Statief
- Massa's
- Bekerglas met water

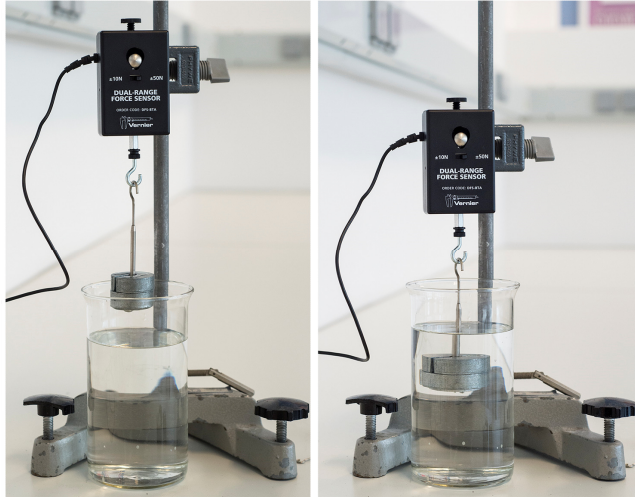
3.3 Instellen van de verzamelmodus

Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en dan 2: *gebeurtenissen met invoer*. Bij *naam gebeurtenis* vul je 'massa' in en bij *eenheden* 'g'. Je kan *gemiddelde over 10 sec* aanvinken indien gewenst.

Stel het statief op en hang de veer aan de haak van de krachtsensor en zet dan de sensor op nul. Kies  1: *experiment* en dan 9: *instellen sensoren* daarna kies je 3: *nul*.


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


3.4 Proefopstelling



Figuur 37: in de opstelling links wordt de zwaartekracht gemeten en in de opstelling rechts de resulterende kracht

4 Uitvoeren experiment

Stel het statief op en hang de sensor op aan het statief. Hang een massa van 50 g aan de veer en meet de uitgeoefende kracht met de sensor. Vul de massa in. Hang weer een massa van 50 g bij en vul opnieuw de massa in. Je kan dit herhalen tot er 250 g aan de sensor hangt. Druk op , om run 1 te bewaren.

Je herhaalt dit experiment maar nu laat je de massa's hangen in een beker glas. Zorg dat de massa's ondergedompeld zijn. Druk op , om run 2 te bewaren.

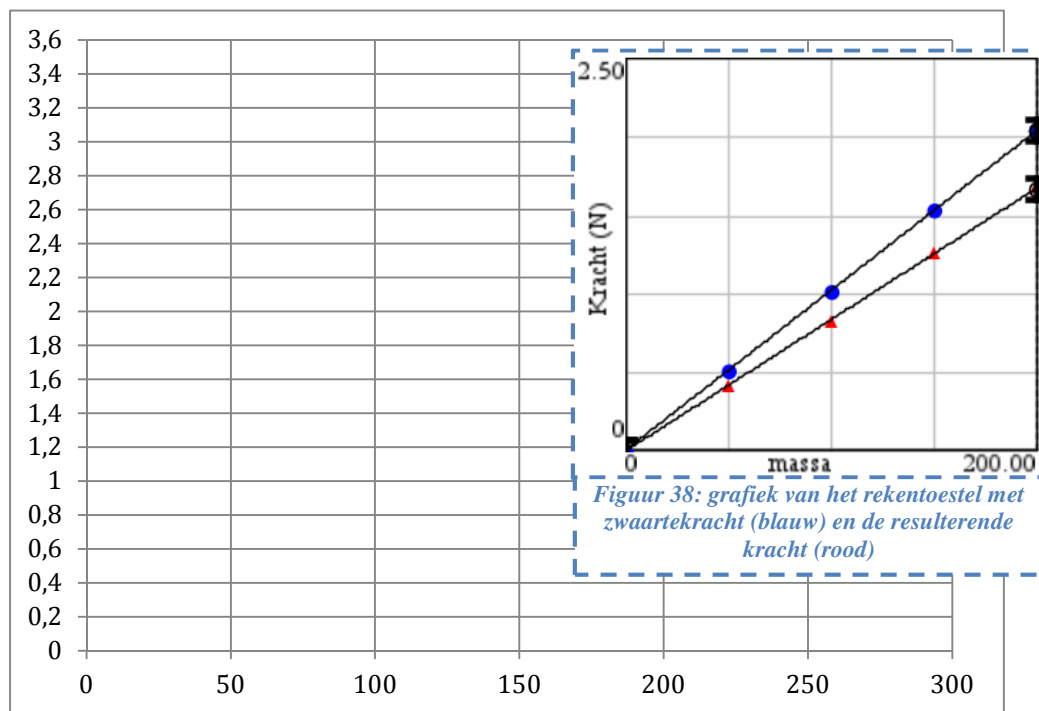
In de *grafiekweergave* kan je klikken op *aangepast*. Je kan dan 3: *alles* aanvinken. Beide runs worden nu op dezelfde grafiek gezet. Op elke run kan je ook een Curve Fit uitvoeren. Je krijgt dan de vergelijking van de rechte.

5 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel in met je resultaten.

m (g)	F_Z (N)	F_R (N)	$F_A (= F_Z - F_R)$
0	0	0	0
50	0,51	0,41	0,10
100	1,02	0,83	0,19
150	1,54	1,26	0,28
200	2,05	1,68	0,37

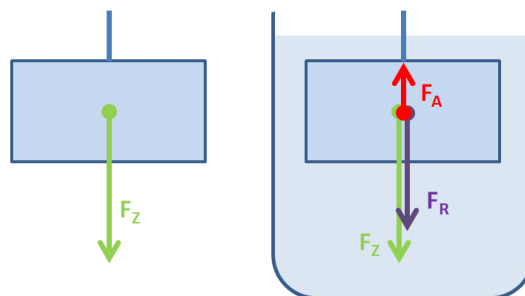
Maak een grafiek en plaats bij de X-as de massa en bij de Y-as de kracht.



Vergelijk de krachten op de sensor door de massa's zonder of met onderdompeling. Wat kan je besluiten.

... Wanneer de massa's ondergedompeld zijn, ondervindt de sensor een kleinere kracht. Het water ondersteunt de massa's. De sensor meet de resulterende kracht van de som van de zwaartekracht en de Archimedeskracht.

Maak een tekening van een opgehangen blokje waarin je de zwaartekracht, Archimedeskracht en resulterende kracht aanduidt.



6 Tips

Je kan de massa's ook onderdompelen in verschillende vloeistoffen zoals zoutwater of olie.

Experiment: hydrostatische kracht

1 Inleiding

De hydrostatische kracht kan worden aangetoond met de gasdruksensor. Met relatief simpel materiaal kan het verband tussen de hydrostatische druk, diepte en massadichtheid worden aangetoond.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

- Onderzoeken van het verband tussen de hydrostatische druk en de diepte.
- Onderzoeken van het verband tussen de hydrostatische druk en de massadichtheid van de vloeistof.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

De hydrostatische druk hangt *wel-af / niet af* van de vorm van het vat.

De hydrostatische druk hangt *wel-af / niet af* van de richting waarin de druk wordt gemeten


Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Druk	p	Pascal	Pa


3.2 Benodigdheden





- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Trechter
- Slangen + aansluitstuk
- Bekerglas met water/zoutwater
- Meetlat

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en dan 2: *gebeurtenissen met invoer*. Bij naam gebeurtenis vul je 'hoogte' in en bij eenheden 'cm'. Vink *gemiddelde over 10 sec* uit.

Nadat de trechter met een slangetje aan de sensor is vastgemaakt kies je  1: *experiment* en dan 9: *instellen sensoren* daarna kies je 3: *nul*.


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


3.4 Proefopstelling



Figuur 39: proefopstelling bij meting hydrostatische druk

4 Uitvoeren experiment

Maak aan de sensor het slangetje vast (meegeleverd). Aan het andere uiteinde maak je de trechter vast. Zet de sensor op nul alvorens de meting te starten. Vul een grote maatbeker met water. Houd de trechter boven het wateroppervlak en meet de druk. Bij hoogte vul je nul in. Houd de trechter 1 cm onder water en meet opnieuw de druk. Bij hoogte vul je nu één in. Dit kan je herhalen tot de trechter ongeveer 7 cm diep onder water zit. Zorg er echter voor dat er geen water in het slangetje loopt, aangezien dit rechtstreeks is verbonden met de sensor. Druk op stop en op  om run 1 te bewaren.

Dit experiment kan herhaald worden maar nu met suiker- of zoutwater. Na afloop druk je weer op  om run 2 te bewaren. In de *grafiekweergave* kan je klikken op *aangepast*. Je kan dan 3: *alles* aanvinken. Beide runs worden nu op dezelfde grafiek gezet. Op elke run kan je ook een Curve Fit uitvoeren. Je krijgt dan de vergelijking van de rechte.

5 Besluiten en reflecteren

Wanneer je de sensor aansluit, geeft deze al een waarde aan. Hoe komt dit? Hoe kunnen we ervoor zorgen dat we toch enkel de hydrostatische druk meten?

... De luchtdruk wordt gemeten. Nadat we de sensor op nul hebben gezet, meten we enkel de hydrostatische druk

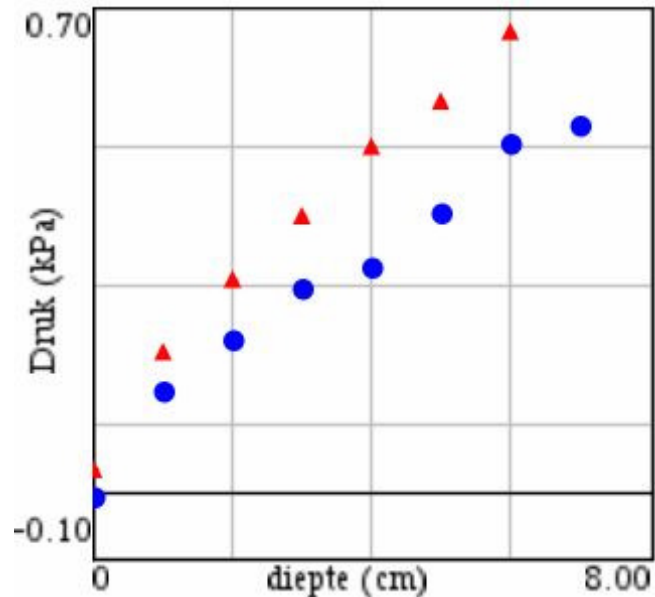
Welk punt hebben de twee rechten gemeenschappelijk?

... Het punt (0,0) of de oorsprong hebben beide rechten gemeenschappelijk.

Maak een schets van de grafiek en duid aan welke rechte van zoutwater en welke van gewoon water is.

Besluit:

Wat is het verband tussen de hydrostatische druk en de hoogte in de vloeistof?



Figuur 40: hydrostatische druk van water (blauw) en zoutwater (rood)

... De hydrostatische druk is recht evenredig met de hoogte.

De hydrostatische druk *is wel / is niet* afhankelijk van de diepte.

6 Tips

In dit experiment wordt de hydrostatische druk gemeten met een trechttertje aan het uiteinde van de slang. Een smalle, glazen buis is echter veel nauwkeuriger.

Je kan de leerlingen een Curve Fit laten uitvoeren om de vergelijking van de rechte te bekomen. De leerlingen zullen dan zien dat de rechten uiteraard een verschillende richtingscoëfficiënt hebben.

Experiment: gaswet van Boyle en Mariotte

1 Inleiding

Het onderzoeken van het verband tussen de druk en het volume bij een constante temperatuur gaat zeer vlot en nauwkeurig met de gasdruksensor. Deze proef neemt echt niet veel tijd in beslag als de leerlingen vlot met de sensoren en de rekentostellen overweg kunnen.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Onderzoeken van een ideaal gas bij een constante temperatuur.

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Welke zijn de drie toestandsgrootheden van een gas?

- ... *volume*
- ... *temperatuur*
- ... *druk*

Dit experiment wordt uitgevoerd met een ideaal gas. Een ideaal gas is een hypothetisch gas waarbij de moleculen een te verwaarlozen ruimte innemen en het eigen volume van de moleculen verwaarloosbaar is. De krachten tussen de moleculen zijn ook uiterst klein, behalve bij botsingen. Botsingen tussen moleculen onderling en de moleculen en de wand zullen de snelheid van de moleculen niet beïnvloeden.


Een reëel gas zal nooit aan deze voorwaarden voldoen, maar sterk verdunde gassen gedragen zich wel min of meer als een ideaal gas. Lucht is een sterk verdund gas. Deze gaswet kunnen we onderzoeken door lucht te gebruiken.



3.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Meetspuit (meegeleverd)





3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de gasdruksensor aan de Lab Cradle. Zet de meetspuit op 10 ml en bevestig deze aan de sensor. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'volume' in en bij eenheden vul je 'ml' in. Vink gemiddelde over 10 s aan.

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

4 Uitvoeren experiment

Zet de meetspuit op volume 10 ml vooraleer deze te koppelen aan de sensor. Start de eerste meting en leg het eerste gegeven vast. Bij volume vul je 10 in. Verklein het volume tot 9 ml, houd de meetspuit stabiel en voer weer een meting uit. Je kan stapsgewijs het volume blijven verkleinen tot 4 ml. Nu ga het volume vergroten en bij 11 ml, houd je de meetspuit weer stabiel en voer je weer een meting uit. Je kan stapsgewijs het volume blijven vergroten tot 17 ml. Stop de meting door een druk op de rode stopknop. Kies  3: *grafieken* en dan 7: *autoscale now*. Je grafiek zoomt in op de beste weergave van je resultaten.

Om $p \cdot V$ te berekenen gaan we in de tabelweergave een kolom toevoegen. Kies  2: *gegevens* en dan 3: *nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'p.V' in, bij korte naam 'p.V' en bij eenheid '/'. Bij weergegeven precisie kies je 4 significante cijfers. Bij uitdrukking typ je 'druk * volume'. Na een klik op OK wordt er een nieuwe kolom in de tabel bijgevoegd.

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en je berekende data.

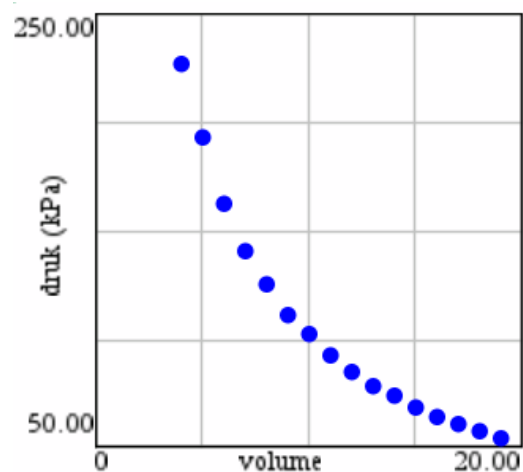
Welke toestandsgrootheid is constant gehouden bij dit experiment? ... *Temperatuur*

Welke evenredigheid bestaat er tussen p en V ?

De druk en het volume is omgekeerd evenredig.

Wat weet je over het product $p \cdot V$?

Het product is constant.



Figuur 41: grafiek wet Boyle en Mariotte

Experiment: gaswet van Regnault

1 Inleiding

In dit experiment wordt het verband tussen de temperatuur en de druk onderzocht met de gasdruksensor. Voor ik over de gasdruksensor beschikte, liet ik de leerlingen deze proef uitvoeren met een niet zo nauwkeurige manometer. De eerste twee meetresultaten vielen altijd buiten het verband. Met de gasdruksensor is het nauwkeuriger geworden. Soms laat ik een deel van de leerlingen de proef met de manometer doen en een ander met de gasdruksensor. Hierdoor krijgen de leerlingen een beter zicht op de invloed van de nauwkeurigheid van de meettoestellen op het resultaat.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Onderzoeken van een ideaal gas bij een constant volume

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Welke zijn de drie toestandsgrootheden van een gas?

- ... *volume*
- ... *temperatuur*
- ... *druk*

Welke toestandsgrootheid wordt constant gehouden bij deze proef?

... volume

3.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Zeer groot bekeerglas
- Bunsenbrander of dompelkoker
- Thermometer
- Statief
- Afgesloten fles met aansluitstuk voor sensor






3.3 Proefopstelling



Figuur 42: de proefopstelling voor de gaswet van Regnault


3.4 Instellen van de verzamelmodus


Koppel de gasdruksensor aan de Lab Cradle. Zet de meetspuit op 10 ml en bevestig deze aan de sensor. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'temperatuur' in en bij eenheden vul je '°C' in. Vink gemiddelde over 10 s aan.


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

4 Uitvoeren experiment

Vul een bekerglas met water. Plaats daarin de afgesloten fles. Deze fles kan het beste worden vastgemaakt aan een statief. Op de fles wordt de gasdruksensor aangesloten. Door het water te verwarmen met een bunsenbrander of dompelkoker, wijzigen we de temperatuur van de luchtmassa. We meten de druk bij 50 °C (323 K), daarna bij 55 °C, ... Herhaal dit tot het water een temperatuur van 85°C heeft bereikt.

Stop de meting door een druk op de rode stopknop. Kies  3: *grafieken* en dan 7: *autoscale now*. Je grafiek zoomt in op de beste weergave van je resultaten.

De leerlingen voegen best een nieuwe berekende kolom toe om de temperatuur om te zetten naar Kelvin. Ga naar de tabelweergave en kies  2: *gegevens* en dan 3: *nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'Temperatuur' in, bij korte naam 'T(K)' en bij eenheid 'K'.

Om $\frac{p}{T}$ te berekenen gaan we opnieuw een kolom toevoegen. Kies  2: *gegevens* en dan 3: *nieuwe berekende kolom*. Bij naam vul je 'p/T' in, bij korte naam 'p/T' en bij eenheid '/'. Bij weergegeven precisie kies je 4 significante cijfers. Bij uitdrukking typ je 'Druk / Temperatuur'. Na een klik op OK wordt er een nieuwe kolom in de tabel bijgevoegd.

5 Besluiten en reflecteren

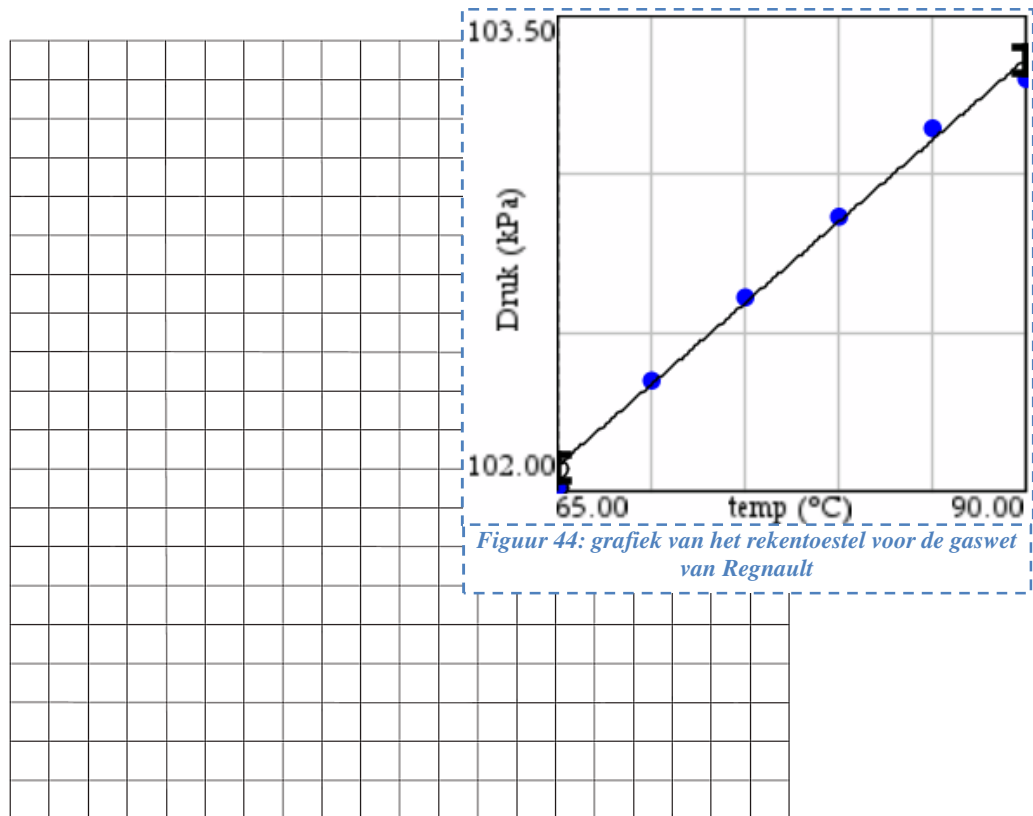
Vul de tabel aan.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	T(K)	p ($\cdot 10^3$ Pa)	$\frac{p}{T}$
50	323		
55	328		
60	333	102,02	0,302
65	338	102,36	0,298
70	343	102,62	0,295
80	353	102,87	
85	358	103,15	

Gaswet Regnault				
	temp	Druk	T(K)	p/T
1	65.00	102.02	338	0.302
2	70.00	102.36	343	0.298
3	75.00	102.62	348	0.295
4	80.00	102.87	353	0.291
5	85.00	103.15	358	0.288
6	90.00	103.31	363	0.285

Figuur 43: resultaten van het rekentoestel gaswet Regnault

Maak een grafiek.



Figuur 44: grafiek van het rekentoestel voor de gaswet van Regnault

Welke evenredigheid bestaat er tussen p en T?

Het verband tussen de druk en de temperatuur is recht evenredig.

Wat weet je over de verhouding $\frac{p}{T}$?

De verhouding is constant.

6 Tips

Zorg ervoor dat de fles lang genoeg in het water zit vooraleer de meting te starten. Anders kunnen de eerste metingen serieus afwijken van de rechte. Daarom wordt de meting niet bij kamertemperatuur gestart.

Experiment: eenparige rechtlijnige beweging

1 Inleiding

Rechtlijnige bewegingen gebeuren op een rechte lijn. Vandaar dat we deze bewegingen rechtlijnig noemen. Eenparig wil zeggen dat de verhouding van de afstand op de tijd constant is. Of we zeggen dat de snelheid constant is. Om deze beweging grafisch duidelijk te maken kan dit experiment gebruikt worden.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Grafisch voorstellen van een eenparige rechtlijnige beweging.


3 Voorbereiden

3.1 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Bewegingssensor
- Wagentje (batterijen)



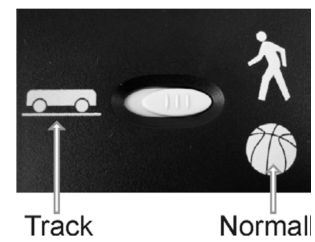
3.2 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de bewegingssensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*. Geef bij meetwaarden/seconde '4' in en bij tijdsduur '5'.



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

4 Uitvoeren experiment

Leg de sensor plat op de grond en richt het meetgedeelte naar het wagentje. Zorg dat het wagentje in een rechte baan rijdt en dat de ondergrond vlak is. Oneffenheden zorgen voor ruis in de meetgegevens. De gevoeligheid van de sensor kan worden aangepast. Voor dit experiment zet de gevoeligheid op het wagentje. Zet daarna het wagentje aan en start het experiment. Je kan de proef herhalen met een andere snelheid.




Figuur 45: gevoeligheid sensor

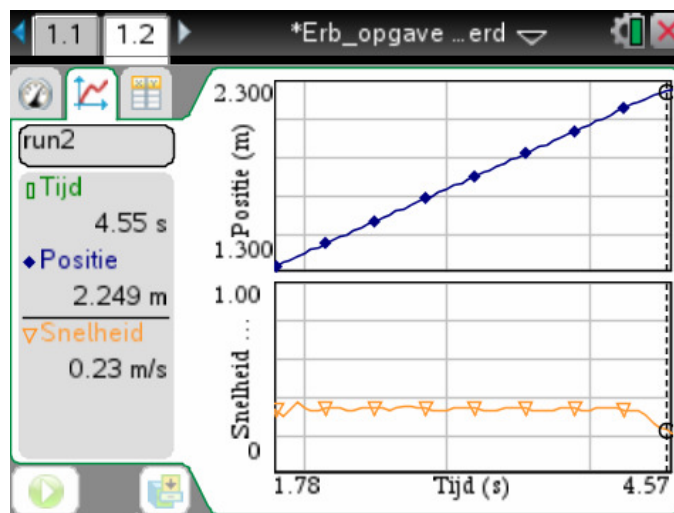
In de *grafiekweergave* zie je zowel de $x(t)$ - als de $v(t)$ -grafiek. Wil je maar één van de twee grafieken tonen dan doe je het volgende. Kies  3: *grafieken* en dan 1: *grafiek weergeven* vervolgens kies je welke grafiek zichtbaar wordt. Ook hier kan je een trendlijn toevoegen. Druk  4: *analyseren* en dan 6: *Curve Fit* en 1: *lineair*.

5 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek van de afgelegde afstand en de snelheid.

Het verband tussen de afstand en de tijd is *recht / omgekeerd* evenredig. Dit wil zeggen dat de verhouding van de afstand tot de tijd een ... *constante* is. Deze verhouding is de snelheid.

Selecteer een mooi stuk op de grafiek van de snelheid en bereken de gemiddelde snelheid. Druk  4: *analyseren* en dan 5: *statistieken* en kies dan de snelheid. ...*De gemiddelde snelheid bedraagt 0,23 m/s.*



Figuur 46: resultaten ERB

Experiment: luchtweerstand bij valbeweging

1 Inleiding

De valbeweging is een eenparig veranderlijke beweging als we de wrijving met de lucht verwaarlozen. In dit experiment wordt aangetoond dat voorwerpen die meer luchtweerstand ondervinden veel later hun maximale valsnelheid zullen bereiken.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Heeft de luchtweerstand invloed op de valsnelheid? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Verklaar.

Eenparig veranderlijke beweging: ... *een beweging waarvan de snelheid per seconde met een bedrag toeneemt of afneemt. Deze constante snelheidsgroei wordt versnelling genoemd.*


Welke versnelling ondervindt een vallend lichaam? ... $9,81m/s^2$

3.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Bewegingssensor
- Kegel uit papier
- Boek
- Handdoek
- Statief met statiefklem



3.3 Instellen van de verzamelmodus


Koppel de bewegingssensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*. Geef bij meetwaarden/seconde '10' in en bij tijdsduur '8'.


Om de meting te starten druk je op de  pijl. Het rekentoestel zal een meting uitvoeren gedurende 8 seconden. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

4 Uitvoeren experiment



Voor dit experiment zet de gevoeligheid op de bal.

Maak de sensor vast aan een statief op de tafel. Houd de kegel vast onder de sensor. Start de meting en laat de kegel vallen. Druk op stop

en op  om run 1 te bewaren. Laat vervolgens het boek vallen.

Plak de pagina's van het boek vast zodat het niet open gaat tijdens het vallen. Leg een handdoek op de grond zodat het boek niet opveert. Druk op stop en op  om run 2 te bewaren. De gevoeligheid van de sensor kan worden aangepast.

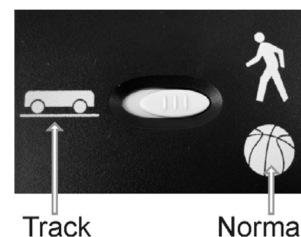
In de *grafiekweergave* kan je klikken op *aangepast*. Je kan dan 3: *alles* aanvinken. Beide runs worden nu op dezelfde grafiek gezet.

In de *grafiekweergave* zie je zowel de $x(t)$ - als de $v(t)$ -grafiek. Wil je maar één van de twee grafieken tonen dan doe je het volgende. Kies  3: *grafieken* en dan 1: *grafiek weergeven* vervolgens kies je welke grafiek zichtbaar wordt. Ook hier kan je een trendlijn toevoegen. Druk  4: *analyseren* en dan 6: *Curve Fit* en 1: *lineair*.

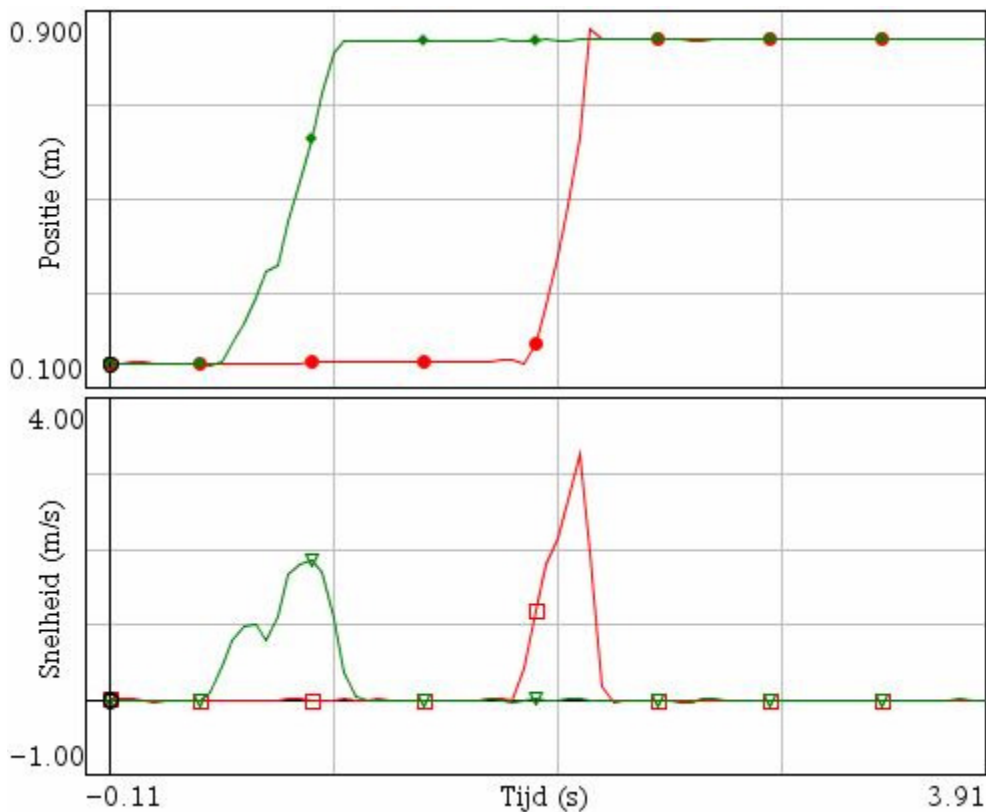
5 Besluiten en reflecteren

Vergelijk de valtijd van de kegel en het boek.

... *Het boek belandt sneller op de grond dan de kegel.*



Figuur 47: gevoeligheid sensor



Figuur 48: de valbeweging voor de kegel (groen) en voor het boek (rood)

Vergelijk de positie in functie van tijd voor de kegel en het boek tijdens de val.

... De grafiek van het boek is steiler dan de grafiek van de kegel. Het boek valt sneller dan de kegel.

Vergelijk de snelheid in functie van de tijd voor de kegel en het boek tijdens de val.

... Het boek versnelt harder dan de kegel.

Welk voorwerp behaalt zijn maximale valsnelheid? En leg uit hoe je dat kan zien?

... De kegel zal als eerste zijn maximale valsnelheid bereiken omdat de kegel een zeer kleine massa heeft zal de luchtweerstand veel sneller gelijk zijn aan de zwaartekracht. Dit kan je zien in de $v(t)$ -grafiek waarbij de groene lijn sneller afvlakt.

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft de luchtweerstand invloed op de valsnelheid? ... Ja

Motivatie: ... De kegel ondervindt de meeste luchtweerstand en zal als eerste zijn maximale snelheid bereiken.

Experiment: invloed van zout op smeltemperatuur van ijs

1 Inleiding

Een zuivere stof heeft constante onveranderlijke stoffeigenschappen. Om leerlingen te laten inzien dat deze eigenschappen veranderen naarmate de samenstelling van het mengsel kan volgend experiment dienen. Dit is een heel kort experiment met een duidelijk eindresultaat. Het illustreert tevens ook een toepassing uit het dagelijks leven. Dit experiment is geschikt om de leerlingen kennis te laten maken met de sensoren en het rekentoestel.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Beïnvloedt het toevoegen van zout aan ijs de smeltemperatuur? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Geef een definitie voor:

Zuivere stof: ... *een zuivere stof bevat slechts één soort moleculen en heeft constante stoffeigenschappen (kookpunt, smeltpunt).*


Mengsel: ... *is een verzameling van minstens twee soorten stoffen en de eigenschappen veranderen naarmate de samenstelling van het mengsel verandert.*

3.2 Benodigdheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Temperatuursensor
- Fijngemalen ijs
- Zout
- Bekerglas

3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de bewegingssensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 1: *tijdgebaseerd*. Geef bij meetwaarden/seconde '0,5' in en bij tijdsduur '80'.

Om de meting te starten druk je op de  pijl. Het rekentoestel zal een meting uitvoeren gedurende 80 seconden. De meetgegevens verschijnen direct op de grafiek.

4 Uitvoeren experiment

Doe het fijngemalen ijs in een bekersglas en stop de temperatuursensor erbij. Start de meting. Voeg nu het zout toe en roer met de sensor.

5 Besluiten en reflecteren

Wat is de smeltemperatuur van zuiver water?

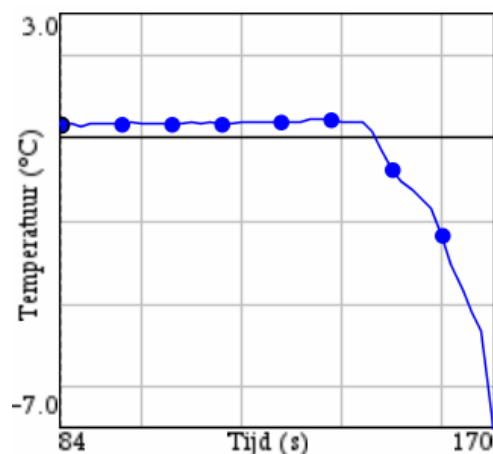
... $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Wat gebeurt er met de temperatuur zodra het zout aan het ijs wordt toegevoegd?

... *De temperatuur begint te dalen.*

Geef een toepassing van dit verschijnsel.

... *strooien van zout bij gladde wegen*



Figuur 49: resultaat smeltemperatuur ijs

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Beïnvloedt het toevoegen van zout aan ijs de smeltemperatuur? ... *Ja*

Motivatie: ... *Een mengsel van zout en water vormt pekkel. Pekkel smelt al bij een veel lagere temperatuur.*

Experiment: verdunningsreeks van cola en controle met pH

1 Inleiding

In het vierde jaar leren de leerlingen verdunningen maken. In dit experiment wordt het pipetteren geoefend en kunnen de leerlingen ook waarnemen dat ze effectief oplossingen aan het verdunnen zijn door controle van de pH. Doordat we gebruik maken van cola zullen de leerlingen de kleur zien veranderen en de pH zal stijgen. Meteen worden de leerlingen geconfronteerd met het zure karakter van cola. Uiteraard kan ook een verdunning gemaakt worden van bijvoorbeeld fruitsap.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Zal de pH van een zure oplossing dalen of stijgen wanneer cola wordt verdund? ...

Motivatie: ...

3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Welk zuur geeft de frisse, zure smaak aan cola? Geef ook het E-nummer.

... *fosforzuur (E338) H_3PO_4*

Welk zuur zal cola nog bevatten omwille van de gasvorming?

... *koolzuurgas H_2CO_3*



3.2 Benodigdheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- pH-sensor
- Cola
- Zuiver water
- Pipet 10 ml
- Maatkolf 100 ml
- Bekerglazen

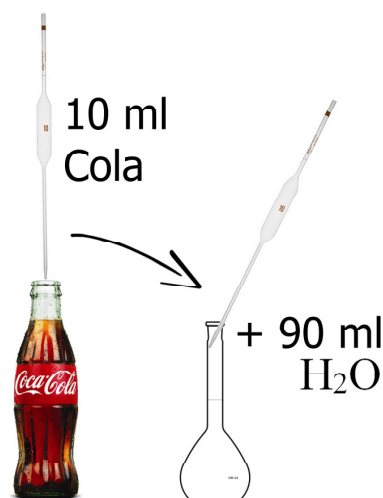
3.3 Instellen van de verzamelmodus

Koppel de pH-sensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'verduunning' in en bij eenheden vul je niets in. Vink gemiddelde over 10 s aan.

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

4 Uitvoeren experiment

Meet de pH van de cola en vul bij verduunning '0' in. Verdun de cola tien maal en meet opnieuw de pH. Bij verduunning vul je nu '1' in. Herhaal dit nog 2 maal. Stop de meting en bekijk de grafiek.



Figuur 50: schematische voorstelling om Cola tien maal te verduinnen

5 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan.

Verduunning	pH
0	2,65
1	3,45
2	4,85
3	5,75

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Zal de pH van een zure oplossing dalen of stijgen wanneer deze oplossing wordt verdund? ...

Motivatie: ... *De pH zal recht evenredig stijgen omdat het zuur telkens wordt verdund.*



Figuur 51: verduunningsreeks van cola

6 Tips

Wat meer onderzoekwerk over fosforzuur kan een aanknopng zijn om de relatie tussen voeding, chemie en gezondheid te bespreken. Fosforzuur zorgt namelijk voor een verminderde opname van calcium door het lichaam.

Experiment: geleidbaarheid bij neerslagreactie

1 Inleiding

Het vormen van een neerslagreactie bij het samenvoegen van elektrolytoplossingen heeft een impact op de geleiding. Doordat er bij de neerslagreactie ionen als neerslag uit de oplossing verdwijnen zal de geleiding dalen. In dit experiment wordt de daling van de geleiding aangetoond.

2 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Heeft de vorming van neerslag bij het samenvoegen van twee elektrolytoplossingen een invloed op de geleiding? ...

Motivatie: ...

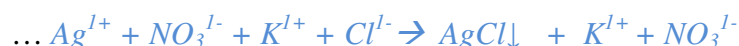
3 Voorbereiden

3.1 Theorie

Geef de splitsingsreactie van volgende stoffen:



Schrijf de combinatie van deze twee reacties in ionen.



Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking.




3.2 Benodigheden



- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Geleidbaarheidssensor
- 0,05M KCl
- 0,05M AgNO₃
- 2 bekerglazen (100 ml)



3.3 Instellen van de verzamelmodus

Voor deze proef moet de sensor ingesteld staan op de gevoeligheid 0-20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Koppel de geleidbaarheidssensor aan de Lab Cradle. Kies  1: *experiment* en dan 7: *verzamelmodus* en vervolgens 2: *gebeurtenissen met invoer*. Geef bij naam 'stap' in en bij eenheden vul je niets in. Vink gemiddelde over 10 s aan.

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

4 Uitvoeren experiment

Giet 40 ml KCl (0,05M) in een bekersglas, meet de geleidbaarheid en geef bij stap '1' in. In het andere bekersglas giet je ook 40 ml AgNO_3 (0,05M) in. Meet ook hiervan de geleidbaarheid en vul '2' in. Daarna voeg je de inhoud van het eerste bekersglas bij het tweede en bepaal je opnieuw de geleidbaarheid. Bij stap vul je '3' in.

5 Besluiten en reflecteren

Je meet de geleidbaarheid van de reagentia apart. Hoe kan je dan de totale geleidbaarheid bepalen voor de reactie?

... *Doordat het volume dubbel zo groot zal worden omdat de reagentia worden samengevoegd, is de geleidbaarheid voor de reactie gelijk aan de gemiddelde waarde van de geleidbaarheid van de reagentia.*

Vul de tabel aan.

Stof	Geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	geleidbaarheid (voor de reactie)	Geleidbaarheid (na de reactie)
KCl	Stap 1 ... 7726	7299	Stap 3 ... 4087
AgNO_3	Stap 2 ... 6872		

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft de vorming van neerslag bij het samenvoegen van twee elektrolytoplossingen een invloed op de geleiding? ... *ja*

Motivatie: ... *De geleidbaarheid zal dalen omdat uit de oplossing ionen verdwijnen als neerslag.*

6 Tips

Bereiding van 0,05 mol/l KCl-oplossing: 3,73 g KCl per liter oplossing (P260, P262)

Bereiding van 0,05 mol/l AgNO₃-oplossing: 8,50 g AgNO₃ per liter oplossing (H314, H410, P220, P273, P280, P305+P351+P338, P310, P501).

De zuiverheid van gedemineraliseerd water kan de geleidbaarheid van de verdunning doen afwijken van deze resultaten in de tabel.

Na gebruik de sensor afspoelen met gedemineraliseerd water.



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Kenmerken van geluid

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Wat zijn de kenmerken van geluid?

2 Voorbereiden

2.1 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Microfoon
- 2 verschillende stemvorken op klankkasten
- Aanslaghamer
- Ofwel mp3's van lage en hoge frequenties



2.2 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	10000 meetwaarden/s
Duur	0,03 s

3 Uitvoeren experiment

Deel 1

- 1) Neem één stemvork en sla deze zacht aan.
- 2) Start de meting en sla run 1 op.
- 3) Neem dezelfde stemvork en sla deze hard aan.
- 4) Start de meting en sla run 2 op.
- 5) Maak op dezelfde grafiek run 1 en 2 zichtbaar.

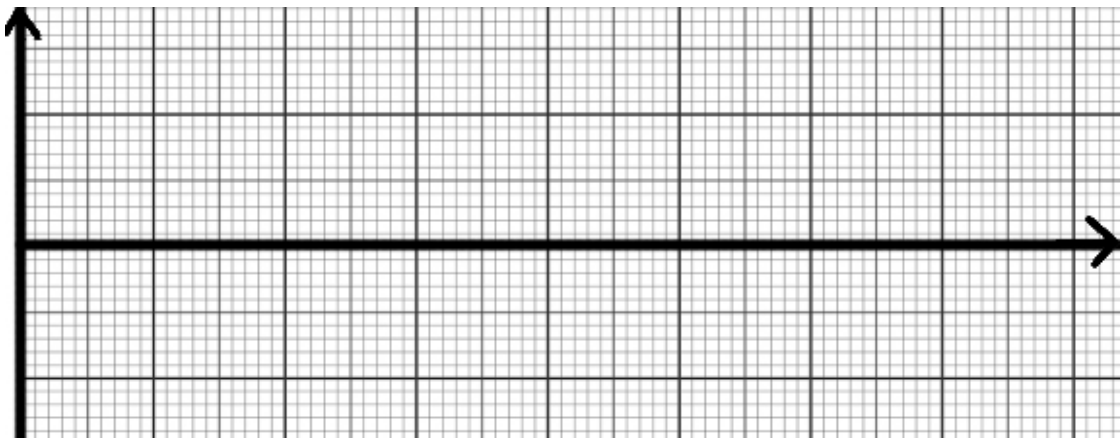
Deel 2

- 1) Neem één stemvork en sla deze aan.
- 2) Start de meting en sla run 1 op.
- 3) Neem de tweede stemvork en sla deze aan.
- 4) Start de meting en sla run 2 op.
- 5) Maak op dezelfde grafiek run 1 en 2 zichtbaar.

4 Besluiten en reflecteren

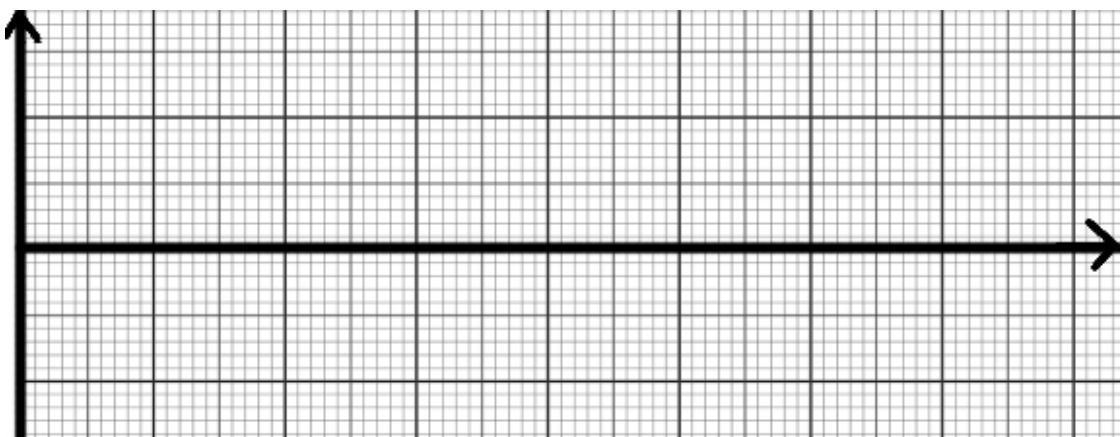
Deel 1

Bekijk de grafiek. Maak een schets waarop je het verschil aangeeft tussen de het hard en het zacht geluid.



Deel 2

Bekijk de grafiek. Maak een schets waarop je het verschil aangeeft tussen de het hoog en het laag geluid.





Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Spiermoeheid bij langdurige inspanning

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Kunnen handspieren hun kracht lang vasthouden? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

	Dwarsgestreepte spieren	Gladde spieren
Waar zijn deze spieren gelegen in het lichaam?		
Doorstreep de foute beweringen.	<i>langzaam / snel en krachtig</i> <i>snel vermoeid / langdurig</i> <i>willekeurig / onwillekeurig</i>	<i>langzaam / snel en krachtig</i> <i>snel vermoeid / langdurig</i> <i>willekeurig / onwillekeurig</i>

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Handkrachtmeter



2.3 Instellen van de verzamelmodus

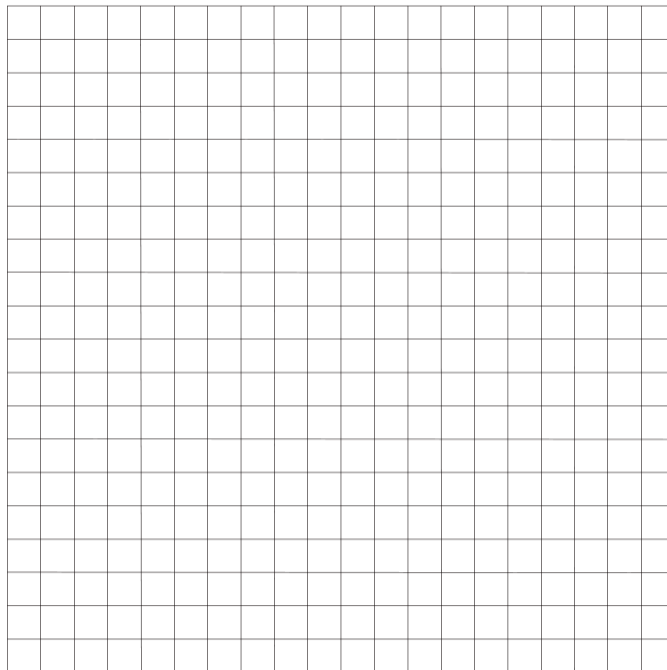
Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarden/s
Duur	15 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Neem de handkrachtmeter in de hand en start de meting.
- 2) Na twee seconden ga je zo hard mogelijk knijpen op de handkrachtmeter en tracht dit de hele meting vol te houden.
- 3) Sla deze meting op als *run 1*.
- 4) De volgende leerling volgt dezelfde werkwijze en sla deze meting op als *run 2*.

4 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak hieronder een schets.



Wat gebeurt er met de spierkracht na verloop van tijd?

...

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Kunnen handspieren hun kracht lang vasthouden? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Vergelijking spierkracht in linker- en rechterhand

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Is er een verschil in knijpkracht tussen de dominante en de niet-dominante hand? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Zoek op.

Spieratrofie: ...

Spierhypertrofie: ...

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Handkrachtmeter



2.3 Instellen van de verzamelmodus

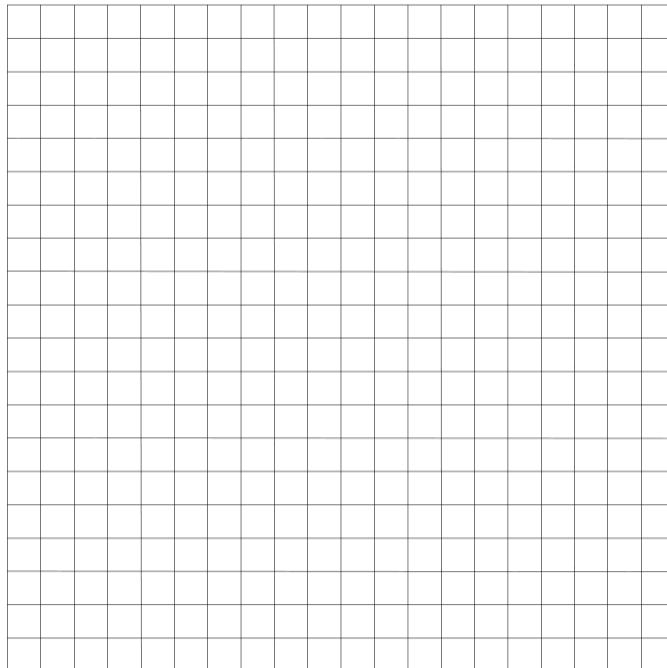
Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarden/s
Duur	15 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Neem de handkrachtmeter in je dominante hand en start de meting.
- 2) Na twee seconden ga je zo hard mogelijk knijpen op de handkrachtmeter en tracht dit de hele meting vol te houden.
- 3) Sla deze meting op als *run 1*.
- 4) Herhaal de meting volgens dezelfde werkwijze maar knijp met je niet-dominante hand en sla deze meting op als *run 2*.
- 5) Vink *run 1* en *run 2* aan in de grafiekmodus zodat je beide grafieken tegelijk kan zien.

4 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak hieronder een schets.



Zie je een verschil tussen de knijpkracht van de dominante en de niet-dominante hand? Indien ja, welk?

...

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Is er een verschil in knijpkracht tussen de dominante en de niet-dominante hand? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Elektrocardiogram ECG

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Tracht de verschillende fasen van de hartwerking te herkennen op het elektrocardiogram.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Benoem de delen van het hart.

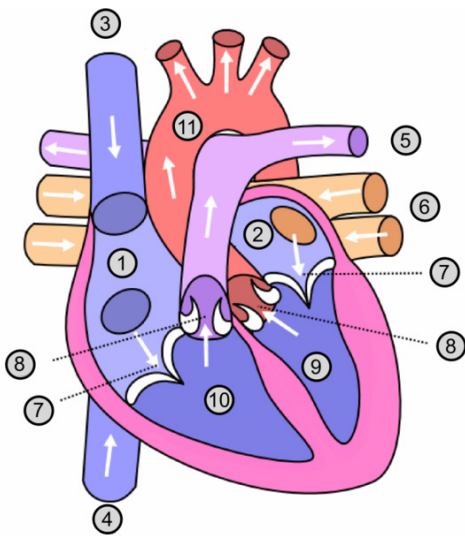


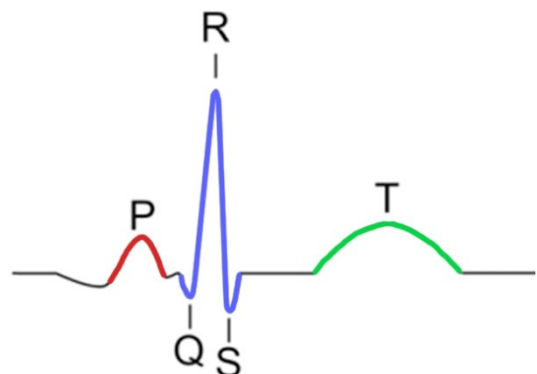
illustration by Eric Pierce
(wacplet88@gmail.com)

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...
11. ...

De werking van het hart verloopt in drie fasen. Elke fase kan je herkennen op het elektrocardiogram.

Fase 1

De voorkamers trekken samen zodat via de open hartkleppen het bloed in de kamers stroomt. De slagaderkleppen zijn op dit moment nog dicht. Op het ECG komt fase 1 overeen met de P-golf.



Fase 2

Nu trekken de kamers samen waardoor de hartkleppen dichtgaan en de slagaderkleppen openen. Het bloed wordt naar de aorta en de longslagader gepompt. Deze contractie kan je zien in het QRS-complex.

Fase 3

Het hart herstelt en ontspant zich. De slagaderkleppen sluiten en de hartkleppen openen. Het bloed kan weer de voorkamers binnen. De T-golf duidt de ontspanningsfase aan van het hart.

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- ECG sensor +
huidelektroden



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	50 meetwaarden/s
Duur	5 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Kleef de elektroden met de juiste kleur op je armen zoals aangegeven op de sensor.
- 2) Start de meting en blijf stil zitten tot de meting afgelopen is.
- 3) Selecteer 2 seconden in de grafiek en zoom in.

4 Besluiten en reflecteren

Bekijk het ECG en tracht de verschillende fasen van de hartwerking te herkennen.

Waarom is de P-golf veel kleiner dan het QRS-complex?

...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Samenhang tussen animale en autonome zenuwstelsel

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

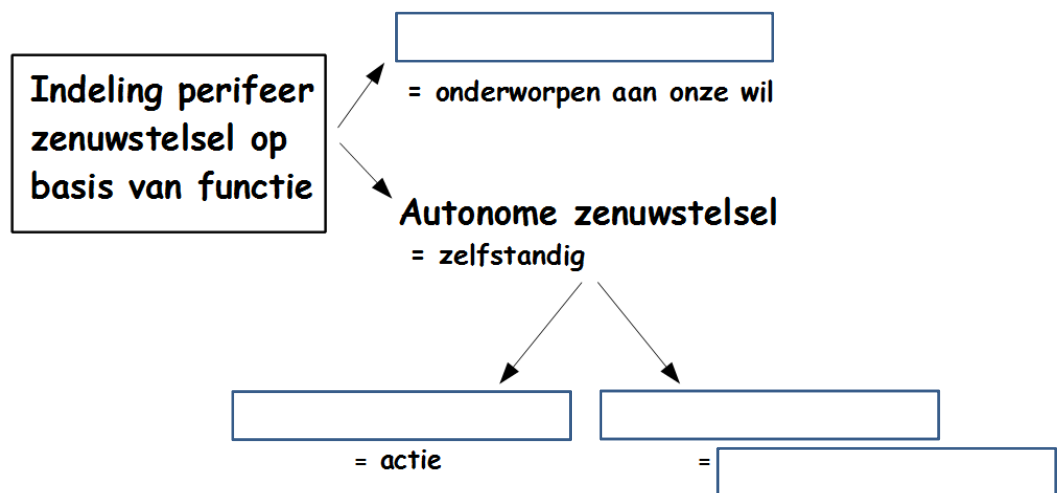
Heeft sporten een effect op je autonome zenuwstelsel? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Vul aan.



2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Handgrip hartmonitor

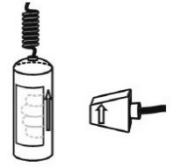


2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	20 meetwaarden/s
Duur	40 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Zorg dat de pijl van de ontvanger in dezelfde richting wijst als de pijl op de handgrepen. De ontvanger mag niet meer dan 80 cm van de handgrepen verwijderd worden.
- 2) Zorg dat de proefpersoon in rust is.
- 3) Start de meting en laat de proefpersoon herhaaldelijk kleine sprongen uitvoeren.



4 Besluiten en reflecteren

Welke spieren gebruik je bij de lichaamsactiviteit?

...

Welk zenuwstelsel zal deze spieren activeren?

...

Bekijk de grafiek en maak een schets in het rooster.

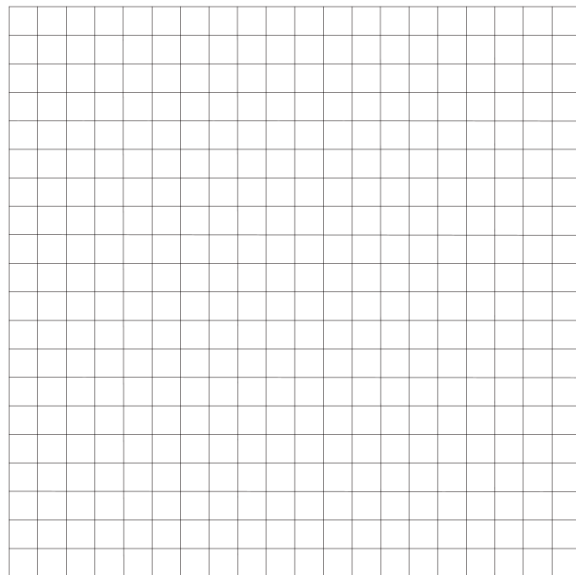
Wat is de maximale hartslag bij rust?

...

Wat is de maximale hartslag bij activiteit? ...

Welk verschil zie je tussen de hartslag in rusttoestand en bij lichamelijke activiteit?

...



Welk deel van het autonome zenuwstelsel is verantwoordelijk voor de verandering van de hartslag bij lichamelijke activiteit?

...

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft sporten een effect op je autonome zenuwstelsel? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Maken van yoghurt

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

- Heeft de melk de structuur van yoghurt na het experiment?
- Hoe zal de pH van de melk veranderen in functie van de tijd?
- Hoe zal de zuurtegraad in Dornic graden (°D) van de melk zijn voor toevoeging van de melkzuurbacteriën en erna?

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Teken de structuurformule van melkzuur.

In melk zit lactose (melksuiker) dat door melkzuurbacteriën (*Lactobacillus bulgaricus* en *Streptococcus thermophilis*) wordt omzet in melkzuur. Wanneer deze bacteriën aan melk worden toegevoegd zal de melk beginnen verzuren. Dit kan worden nagegaan met een pH-meting.

In yoghurt drukt men de zuurtegraad ook nog uit in Dornic graden. Hiervoor wordt een titratie met NaOH uitgevoerd. Dornic graden zijn het aantal ml NaOH met concentratie 0,111 mol/l dat moet worden toegevoegd om 100 ml melk een kleuromslag met fenolftaleïne te bezorgen. 1 °D komt dan ook overeen met 10 mg melkzuur in 100 ml melk of 0,1 % melkzuur. Uit literatuur blijkt dat gefermenteerde yoghurt een Dornic waarde heeft tussen de 80 °D en de 100 °D.

	pH	°D
melk	6-7	±14
yoghurt	4,5	±80

Theoretische pH en Dornic waarden

Indien de concentratie van de standaardoplossing van NaOH niet gelijk is aan 0,111 M zal het volume NaOH met volgende formule berekend kunnen worden:

$$^{\circ}D \text{ (ml NaOH)} = \frac{C_{\text{standaard}} \cdot V_{\text{standaard}} \cdot 10}{0,111}$$

2.2 Benodigdheden

Maken yoghurt

- UHT melk 1l
- Zakje met ferment
- Afsluitbare plastic pot
- Warmwaterbad ($\pm 35^{\circ}\text{C}$) of broedstoof

pH-meting

- TI-Nspire
- LabCradle
- pH-sensor



Titratie Dornic graden

- Buret, erlenmeyer 50 ml, trechter, pipet (10 ml) en pipetpeer
- Statief met statiefklemmen
- Eventueel een magnetische roerder
- Fenolftaleïne
- NaOH (0,111 mol/l)

2.3 Instellen van de verzamelmodus


Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	0,1 meetwaarden/s
Duur	10 s

3 Uitvoeren experiment

Maken yoghurt

- 1) Breng de melk aan de kook en laat afkoelen tot op een temperatuur van 35°C
- 2) Meng het ferment met wat melk op kamertemperatuur.
- 3) Giet het opgeloste ferment bij de warme melk in de plastic pot.
- 4) Sluit de thermos en laat gedurende 8u op 45°C in een warmwaterbad of broedstoof staan.

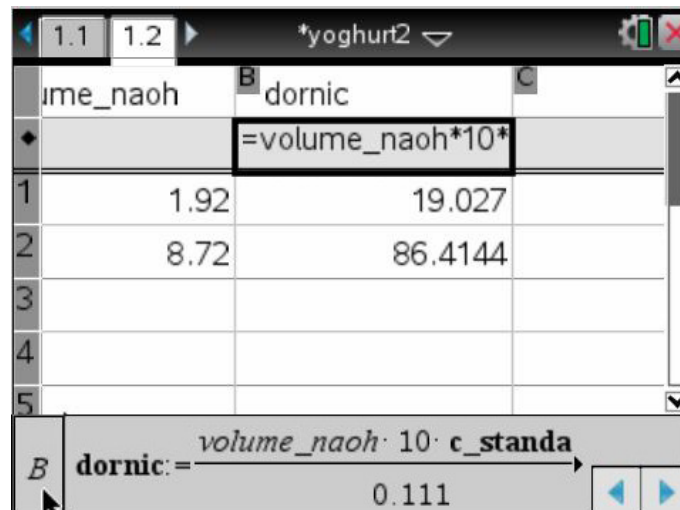
pH-meting

- 1) Neem elk (half) uur met een pipet 10 ml melk uit de thermos.
- 2) Breng over in een erlenmeyer van 50 ml
- 3) Hierna gebruik je de melk nog voor de titratie.
- 5) Start de meting van de pH met de pH-sensor door op de  te drukken. Sla deze meting op als *run 1*. Noteer de pH in de tabel op de volgende pagina.

Titratie Dornic graden

- 1) Voeg drie druppels fenolftaleïne toe aan de erlenmeyer met melk.
- 2) Voeg met een buret NaOH toe tot de kleur omslaat van kleurloos naar roze-rood.
- 3) Lees het volume NaOH af dat je hebt toegevoegd.
- 4) Vul je gegevens in op je rekentoestel

Maak een nieuw document met twee pagina's. Voor de eerste pagina kies je 'Rekenmachine' en voor de tweede pagina 'Lijsten en Spreadsheet'. Voeg bij de *Rekenmachine* de standaardconcentratie van NaOH in en sla deze op als een variabele (*c_standard*). In *Lijsten en Spreadsheet* zet je in kolom A het volume van het toegevoegd NaOH tijdens de titratie. In kolom B ga je de Dornic graden berekenen. Je geeft in het formulevak de formule in beginnend met '='.



	volume_naoh	dornic
1	1.92	19.027
2	8.72	86.4144
3		
4		
5		

Formula bar:
$$\text{dornic} := \frac{\text{volume_naoh} \cdot 10 \cdot \text{c_standa}}{0.111}$$

4 Besluiten en reflecteren

Heeft de verzuurde melk de structuur van yoghurt na het experiment?

Beoordeel de geur van de verzuurde melk.

Bekijk je gegevens in je tabel. Hoe is de pH veranderd in functie van de tijd?

Verklaar.

Vul de tabel aan.

Tijd	pH	Volume NaOH (ml)	°D
0u			
4u			
5u			
6u			
7u			
8u			

Vergelijk de pH-waarden en de graden Dornic van het experiment met de theoretische waarde.



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Fermentatie gist

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Zal het CO₂ gehalte bij de respiratie van suiker door gist toenemen? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Zoek de wetenschappelijk naam op van bakkersgist?

Beschrijf de alcoholische gisting van glucose.

Zoek de chemische reactievergelijking op van de alcoholische gisting van glucose.

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- CO₂-sensor
- Bakkersgist en suiker
- Afsluitbare pot waarin de sensor past
- Warm water
- Plastic en tape (indien nodig)

2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	0,25 meetwaarden/s
Duur	360 s

3 Uitvoeren experiment

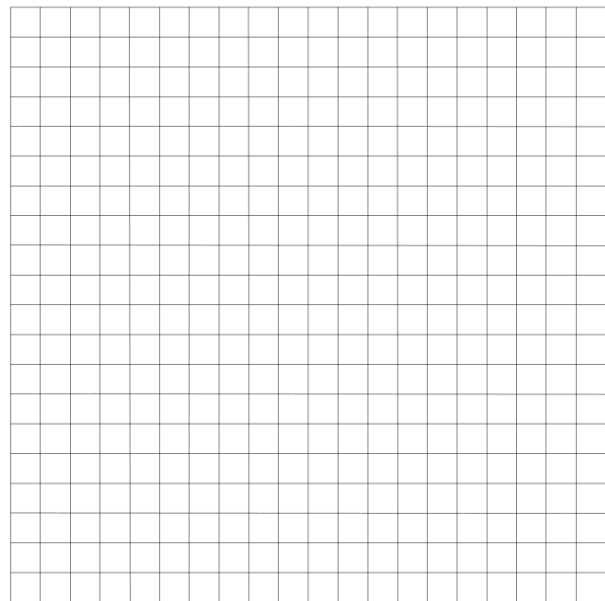
- 1) Neem een beetje warm water en los de bakkersgist erin op.
- 2) Voeg de suikeroplossing (1 eetlepel suiker + lauw water) in de afsluitbare pot en voeg het gistmengsel toe.
- 3) Hang de sensor in de pot.
- 4) Dek de openingen af met plastic en verzegel met tape.
- 5) Start de meting met de sensor.

4 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en maak hieronder een schets.

Waarom wordt brooddeeg na rijzen en bakken zeer luchtig?

Bij anaerobe fermentatie wordt alcohol gevormd. Waarom word je toch niet zat als je brood eet?



Beantwoord opnieuw de hypothese.

Zal het CO₂ gehalte bij de respiratie van suiker door gist toenemen?

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Lichtsterkte bij verschillende materialen

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Is er een verschil in lichtsterkte achter verschillende donkere voorwerpen? ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Verklaar.

Lichtbron: ...

Donker lichaam: ...

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Lichtsensor
- Statief met statiefklem x2
- Statiefvoet 3x
- Meetlat
- Vensterglas, matglas, metaal
- Lamp



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	materiaal
Eenheid	/

3 Uitvoeren experiment

- 1) Plaats op 5 cm van de lamp de statiefklem waarmee de materialen vastgeklemd worden.
- 2) Plaats op 25 cm van de lamp de sensor. Klem de sensor ook vast met een statiefklem.



- 3) Zet de gevoeligheid van de sensor op 0-600 lux of 0-6000 naargelang de sterkte van de lamp.
- 4) Voer de eerste meting uit zonder materiaal te bevestigen tussen de lamp en de sensor. Geef '1' in.
- 5) Plaats het vensterglas, voer de meting uit en geef '2' in.
- 6) Plaats het matglas, voer de meting uit en geef '3' in.
- 7) Plaats het metaal, voer de meting uit en geef '4' in.
- 8) Stop de meting.

4 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan

Materiaal	Lichtsterkte (lux)	Soort voorwerp
1 (niets)		
2 (vensterglas)		
3 (matglas)		
4 (metaal		

Geef een definitie voor:

- Doorzichtig voorwerp: ...
- Doorschijnend voorwerp: ...
- Ondoorschijnend voorwerp: ...



Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Bepalen van zwaarteveldsterkte

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Onderzoeken van het verband tussen zwaartekracht en massa.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Vul aan.

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Massa			
Zwaartekracht			

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Krachtenplatform
- Personenweegschaal



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	massa
Eenheid	kg

3 Uitvoeren experiment

- 1) Zet de sensor op nul.
- 2) Laat de proefpersoon zeer stil op het krachtenplatform staan en start de meting.
- 3) Vul de massa in.
- 4) Herhaal de eerste drie stappen voor proefpersoon 2, 3, ...

Voeg een nieuwe berekende kolom toe waarin de verhouding tussen de kracht en de massa wordt berekend.

4 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan.

Persoon	Massa (...)	Zwaartekracht (...)	Zwaartevelddsterkte (...)

Bereken de gemiddelde waarde voor de zwaartevelddsterkte ...



Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Veerkracht (Wet van Hooke)

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

- Onderzoeken van het verband tussen de lengteverandering van de veer en de grootte van de massa.
- Onderzoeken van de verandering tussen de (veer)krachtconstante bij verschillende veren.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Vul aan.

De veerkracht is de kracht die de veer uitoefent op het voorwerp dat eraan bevestigd is. Een veer ondergaat een ... vervorming wanneer ze na belasting haar oorspronkelijke vorm terug aanneemt. Een veer ondergaat een ... vervorming wanneer ze na belasting blijvend is vervormd.

Als de veer in rust verkeerd is de grootte van de veerkracht gelijk aan de grootte van de ...

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Massa			
Lengteverandering			
Veerkracht			

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- LabCradle
- Dual-range force sensor
- Statief, staaf en statiefklem
- Veer 1 (dik) en veer 2 (dun)
- Massa's (50 g)
- Meetlat
- Optioneel: bewegingssensor



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	verlenging
Eenheid	m

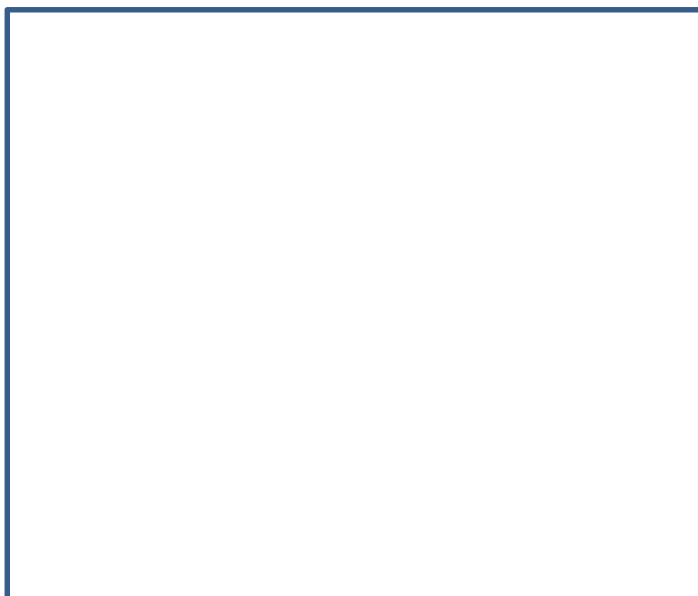
3 Uitvoeren experiment

- 1) Stel het statief op en hang de veer aan de haak van de krachtensensor.
- 2) Stel de sensor in op nul.
- 3) Bevestig de meetlat aan het statief en stel de nullijn van de meetlat gelijk met het haakje van de veer.
- 4) Hang een massa van 50 g aan de veer. Meet de uitgeoefende kracht met de sensor en bepaal de uitrekking van de veer met de meetlat.
- 5) Hang er een massa van 50 g bij. Meet opnieuw de uitgeoefende kracht met de sensor en bepaal opnieuw de uitrekking van de veer.
- 6) Herhaal tot er een totale massa van 250 g aan de veer hangt.
- 7) Sla run 1 op
- 8) Herhaal het experiment met de tweede veer.
- 9) Na afloop sla het je run 2 ook op. En laat beide runs zien in de grafiekweergave.

Voeg in de tabelweergave een nieuwe berekende kolom toe waarin de verhouding tussen de kracht en de verlenging wordt berekend.

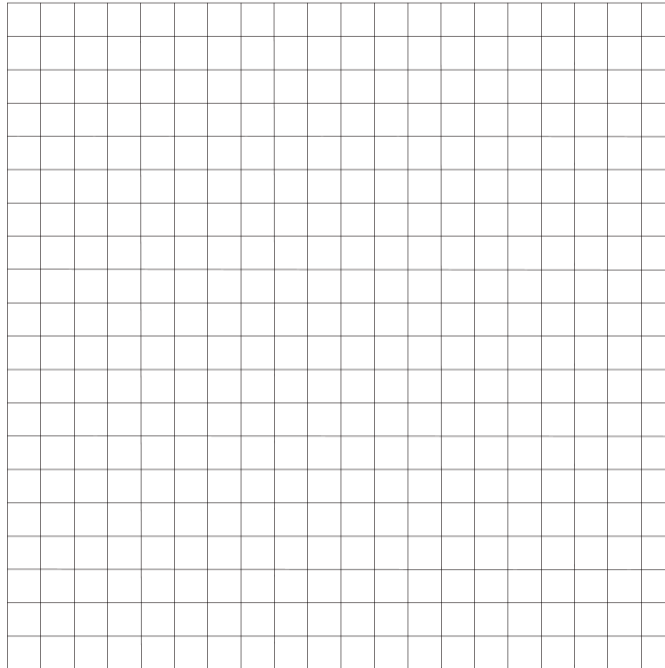
3.1 Proefopstelling

Maak een tekening van de proefopstelling.



4 Besluiten en reflecteren

Teken de grafiek met behulp van de tabelweergave en los dan de vragen op.



Welk punt hebben de lijnstukken van veer 1 en veer 2 gemeenschappelijk?

De lengteverandering *is* / *is niet* recht evenredig met de uitgeoefende kracht.

Bekijk de resultaten in de tabelweergave van de berekende kolom van krachtconstante.

Bereken het gemiddelde van de krachtconstante van veer 1. ...

Bereken het gemiddelde van de krachtconstante van veer 2. ...

De (veer)krachtconstante is het ... bij die veer waar de grootste kracht voor nodig is om ze uit te rekken.

Is de veer stijf dan is de krachtconstante ...

Is de veer soepel dan is de krachtconstante

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
(veer)krachtconstante			



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Belang van dempende werking bij sportschoenen

Leerkracht:

1 Oriënteren

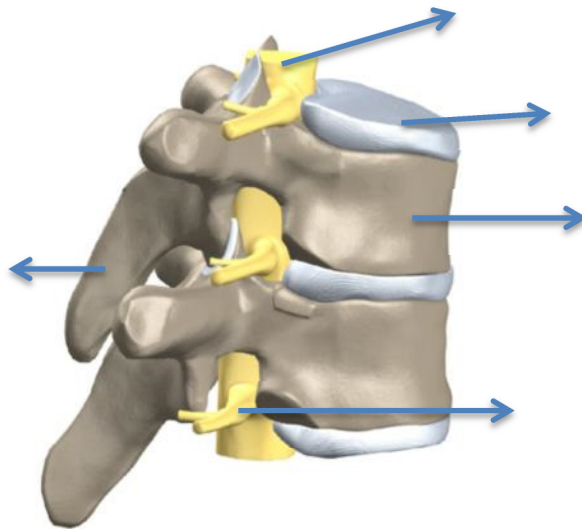
Onderzoeksvraag – hypothese

Toon het nut aan van de gel- of luchtopbouw in de zolen van sportschoenen.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Benoem op de tekening: ruggenmerg, ruggenmergzenuw, tussenwervelschijf, doornuitsteeksel, wervellichaam



Wanneer je 's morgens je lichaamslengte meet, ben je gemiddeld 2 cm groter dan 's avonds? Hoe kunnen we dit verschijnsel verklaren?

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Krachtenplatform



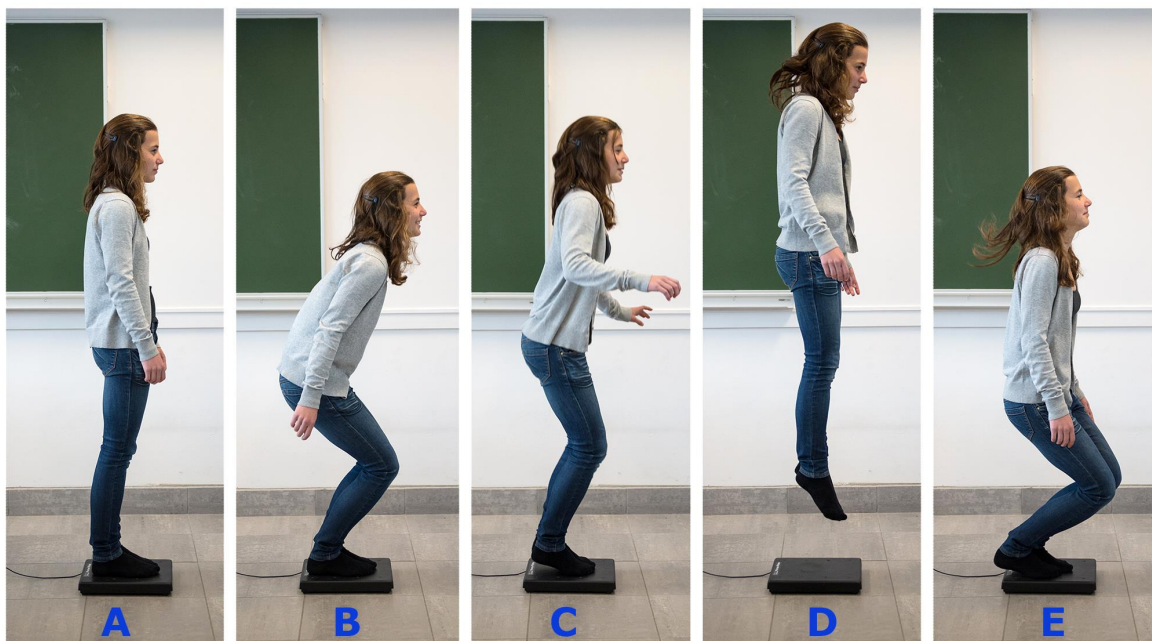
2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	200 meetwaarden/s
Duur	6 s

3 Uitvoeren experiment

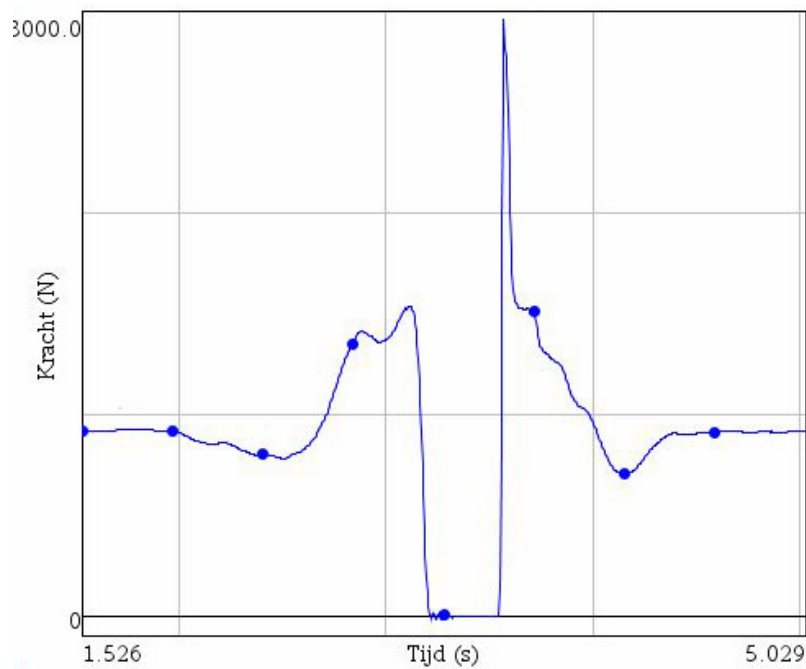
- 1) Zorg dat de sensor staat ingesteld op $-800/+3500$ N. Zet de sensor op nul.
- 2) Sta zeer stil op het platform en start de meting.
- 3) Buig eerst door de knieën en spring daarna recht omhoog.
- 4) Land op het platform.
- 5) Zoom de grafiek in op de sprong.

3.1 Proefopstelling



4 Besluiten en reflecteren

Duid aan welke houding overeenkomt met de gegevens op de grafiek.



Vergelijk de kracht die je ondervindt wanneer je gewoon stilstaat en de kracht die het lichaam te verwerken krijgt bij de landing op het platform. Verklaar nu de functie van de gel- of luchtopbouw van sportzolen.



Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Archimedeskracht

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

Aantonen dat water een ondersteunende kracht heeft.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Teken de zwaartekracht op het blokje.



2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Dual Range Force Sensor
- Statief
- Massa's
- Bekerglas met water



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	massa
Eenheid	g

3 Uitvoeren experiment

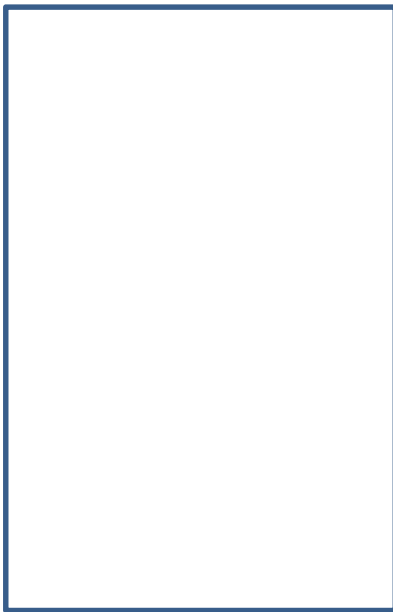
- 1) Zet de sensor op nul.
- 2) Bevestig de sensor aan het statief.
- 3) Hang een massa van 50 g aan de sensor en meet de zwaartekracht. Vul de massa in.

- 4) Herhaal dit tot er 250 g aan de sensor hangt.
- 5) Sla op als run 1.
- 6) Vul nu een bekerglas met water en voer dezelfde proef opnieuw uit. Zorg dat de massa's volledig ondergedompeld zijn in het bekerglas met water. Je meet nu de resulterende kracht.
- 7) Sla op als run 2.

3.1 Proefopstelling

Teken schematisch de proefopstelling.

Zonder water



Met water

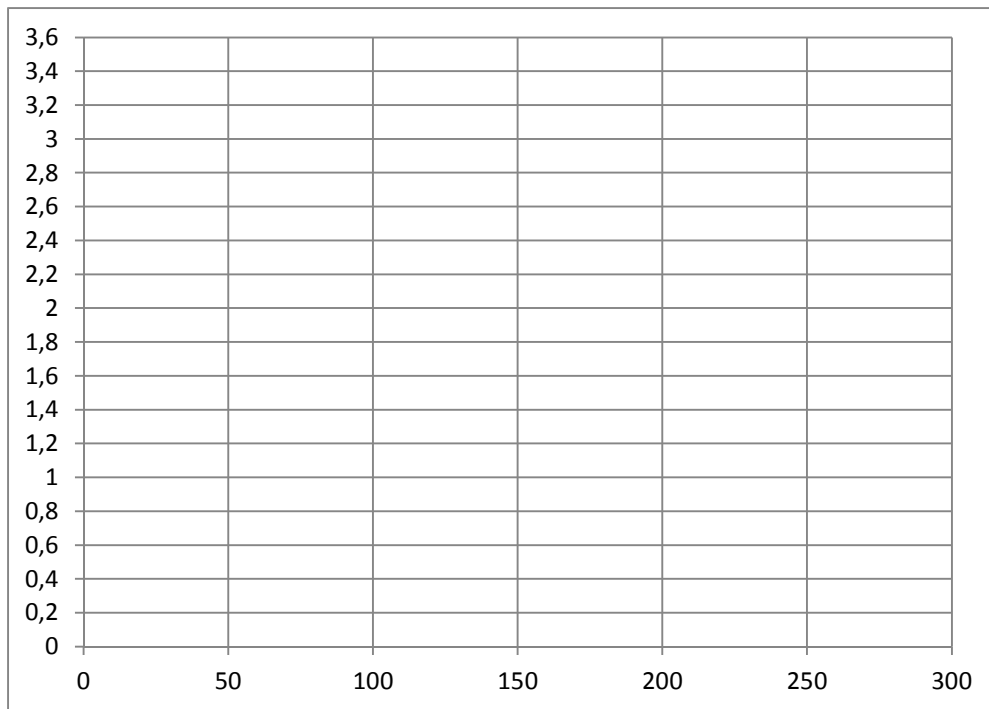


4 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel in met je resultaten.

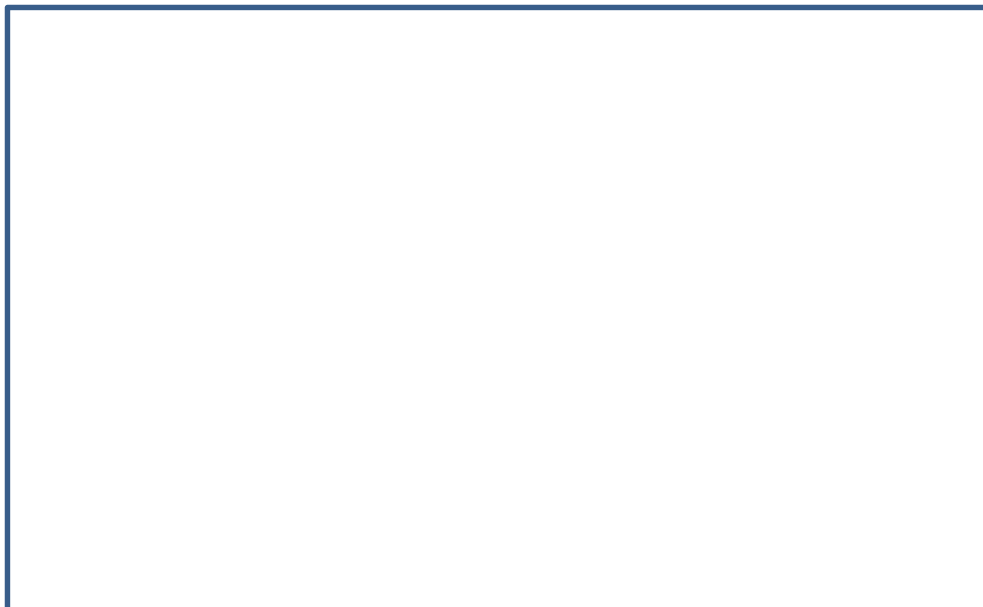
m (g)	F_Z (N)	F_R (N)	$F_A (= F_Z - F_R)$

Maak een grafiek. Plaats bij de X-as de massa en bij de Y-as de kracht.



Vergelijk de krachten op de sensor door de massa's zonder of met onderdompeling. Wat kan je besluiten.

Maak een tekening van een opgehangen blokje waarin je de zwaartekracht, Archimedeskracht en resulterende kracht aanduidt.





Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Hydrostatische kracht

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag - hypothese

- Onderzoeken van het verband tussen de hydrostatische druk en de diepte.
- Onderzoeken van het verband tussen de hydrostatische druk en de massadichtheid van de vloeistof.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

De hydrostatische druk hangt *wel af / niet af* van de vorm van het vat.

De hydrostatische druk hangt *wel af / niet af* van de richting waarin de druk wordt gemeten

Grootheid	Symbol	Eenheid	Symbol
druk			

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Trechter
- Slangen + aansluitstuk
- Bekerglas met water/zoutwater
- Meetlat



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	hoogte
Eenheid	cm

3 Uitvoeren experiment

- 1) Maak de sensor aan het slangetje vast en bevestig de trechter aan het andere uiteinde.
- 2) Vul een grote maatbeker met water.
- 3) Zet de sensor op nul.
- 4) Houd de trechter boven het wateroppervlak en meet de druk.
- 5) Houd de trechter 1 cm onder water en meet de druk.
- 6) Herhaal dit tot de trechter ongeveer 7 cm diep onder het wateroppervlak zit.
- 7) Sla op als run 1.
- 8) Vul de maatbeker nu met zout- of suikerwater en herhaal de metingen.
- 9) Sla na afloop op als run 2 en toon beide runs op dezelfde grafiek.



4 Besluiten en reflecteren

Wanneer je de sensor aansluit, geeft deze al een waarde aan. Hoe komt dit? Hoe kunnen we ervoor zorgen dat we toch enkel de hydrostatische druk meten?

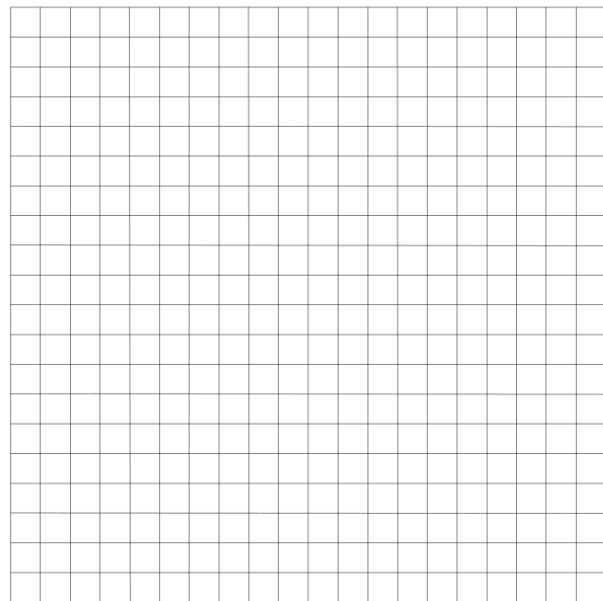
Welk punt hebben de twee rechten gemeenschappelijk?

Maak een schets van de grafiek en duid aan welke rechte van zoutwater en welke van gewoon water is.

Besluit:

Wat is het verband tussen de hydrostatische druk en de hoogte in de vloeistof?

De hydrostatische druk *is wel* / *is niet* afhankelijk van de diepte.





T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Gaswet van Boyle en Mariotte

Leerkraft:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Onderzoeken van een ideaal gas bij een constante temperatuur.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Welke zijn de drie toestandsgrootheden van een gas?

- ...
- ...
- ...

Dit experiment wordt uitgevoerd met een ideaal gas. Een ideaal gas is een hypothetisch gas waarbij de moleculen een te verwaarlozen ruimte innemen en het eigen volume van de moleculen verwaarloosbaar is. De krachten tussen de moleculen zijn ook uiterst klein, behalve bij botsingen. Botsingen tussen moleculen onderling en de moleculen en de wand zullen de snelheid van de moleculen niet beïnvloeden.

Een reëel gas zal nooit aan deze voorwaarden voldoen, maar sterk verdunde gassen gedragen zich wel min of meer als een ideaal gas. Lucht is een sterk verdund gas. Deze gaswet kunnen we onderzoeken door lucht te gebruiken.

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Meetspuit



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	volume
Eenheid	ml

3 Uitvoeren experiment

- 1) Zet eerst de meetspuit op volume 10 ml vooraleer de sensor te koppelen.
- 2) Start de eerste meting bij volume 10 ml.
- 3) Verklein het volume tot 9 ml en voer een meting uit.
- 4) Blijf het volume verkleinen tot 4 ml.
- 5) Dan verhoog je het volume tot 11 ml en meet opnieuw.
- 6) Herhaal tot het volume 17 ml bedraagt.
- 7) Stop de meting en autoscale je grafiek.

Voeg in de tabelweergave een nieuwe berekende kolom toe waarin het product $p \cdot V$ wordt berekend.

4 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek en je berekende data.

Welke toestandsgrrootheid is constant gehouden bij dit experiment?

...

Welke evenredigheid bestaat er tussen p en V ?

...

Wat weet je over het product $p \cdot V$?

...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Gaswet van Regnault

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Onderzoeken van een ideaal gas bij een constant volume.

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Welke zijn de drie toestandsgrootheden van een gas?

- ...
- ...
- ...

Welke toestandsgrootheid wordt constant gehouden bij deze proef?

...

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Gasdruksensor
- Zeer groot bekerglas
- Bunsenbrander of dompelkoker
- Thermometer
- Statief, statiefklem, nootklem
- Afsloten fles met aansluitstuk voor sensor



2.3 Maak een schets van de proefopstelling.

2.4 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	temperatuur
Eenheid	°C

3 Uitvoeren experiment

- 1) Plaats in een bekerglas met water de afgesloten fles. Bevestig de fles aan het statief zodat de fles onder water blijft.
- 2) Sluit op de fles de gasdruksensor aan.
- 3) Verwarm het water.
- 4) Meet de druk bij 50 °C, 55 °C, 60 °C, ... tot 85 °C.
- 5) Bekijk de grafiek.

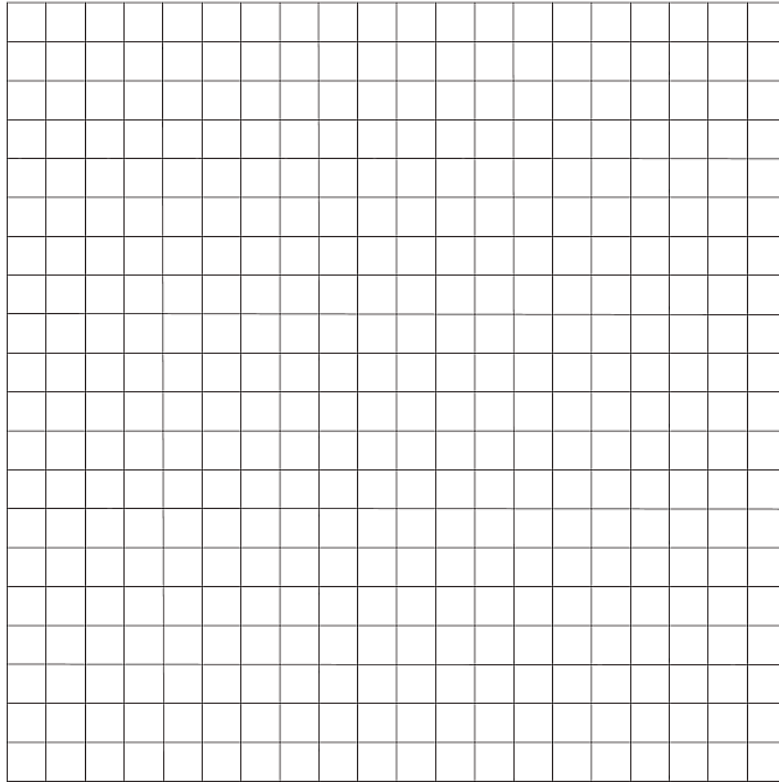
Voeg in de tabelweergave een nieuwe berekende kolom toe waarin het product $p \cdot V$ wordt berekend.

4 Besluiten en reflecteren

Vul de tabel aan.

θ (°C)	T (K)	p ($\cdot 10^3$ Pa)	$\frac{p}{T}$
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			

Bekijk de grafiek en je berekende data.



Welke evenredigheid bestaat er tussen p en T ?

...

Wat weet je over de verhouding $\frac{p}{T}$?

...



Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Eenparige rechtlijnige beweging

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Grafisch voorstellen van een eenparige rechtlijnige beweging.

2 Voorbereiden

2.1 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Bewegingssensor
- Wagentje (batterijen)

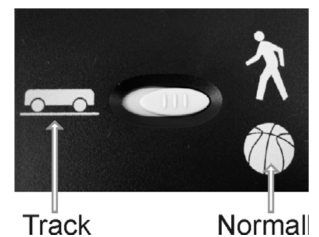


2.2 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	4 meetwaarden/s
Duur	5 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Zet de gevoeligheid van de sensor op het wagentje (track).
- 2) Richt het meetgedeelte van de sensor naar het wagentje.
- 3) Zorg dat het wagentje in een rechte baan rijdt en dat de ondergrond vlak is.
- 4) Zet het wagentje aan en start de meting.
- 5) Je kan de proef herhalen bij met een andere snelheid.
- 6) Voeg op de $x(t)$ - en de $v(t)$ -grafiek een trendlijn toe.



4 Besluiten en reflecteren

Bekijk de grafiek van de afgelegde afstand en de snelheid.

Het verband tussen de afstand en de tijd is *recht / omgekeerd* evenredig. Dit wil zeggen dat de verhouding van de afstand tot de tijd een ... is. Deze verhouding is de snelheid.

Selecteer een mooi stuk op de grafiek van de snelheid en bereken de gemiddelde snelheid van het wagentje.

Gemiddelde snelheid: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Luchtweerstand bij valbewegingen

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Heeft de luchtweerstand invloed op de valsnelheid? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Verklaar.

Eenparig veranderlijke beweging: ...

Welke versnelling ondervindt een vallend lichaam? ...

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Bewegingssensor
- Kegel uit papier
- Boek
- Handdoek
- Statief, statiefklem, nootklem

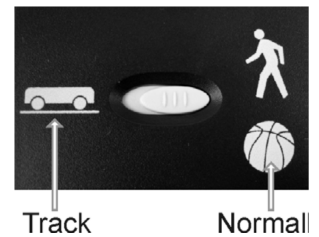


2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	10 meetwaarden/s
Duur	8 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Zet de gevoeligheid van de sensor op de bal (normall).
- 2) Maak de sensor met een statief vast op een tafel.
- 3) Houd de kegel vast onder de sensor. Start de meting en laat de kegel vallen. Bewaar als run 1.
- 4) Neem het boek en plak de kaft vast zodat het niet open gaat tijdens het vallen.
- 5) Leg een handdoek op de grond zodat het boek minder opveert.
- 6) Houd het boek onder de sensor. Start de meting en laat het boek vallen. Bewaar als run 2.
- 7) Toon beide runs op dezelfde grafiek en voeg trendlijnen toe.



4 Besluiten en reflecteren

Vergelijk de valtijd van de kegel en het boek.

...

Vergelijk de positie in functie van tijd voor de kegel en het boek tijdens de val.

...

Vergelijk de snelheid in functie van de tijd voor de kegel en het boek tijdens de val.

...

Welk voorwerp behaalt zijn maximale valsnelheid? En leg uit hoe je dat kan zien?

...

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft de luchtweerstand invloed op de valsnelheid? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Invloed van zout op de smeltemperatuur van ijs

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Beïnvloedt het toevoegen van zout aan ijs de smeltemperatuur? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Geef een definitie voor:

Zuivere stof: ...

Mengsel: ...

2.2 Benodigheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Temperatuursensor
- Fijngemalen ijs
- Zout
- Bekerglas



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Tijdgebaseerd
Snelheid	0,5 meetwaarden/s
Duur	80 s

3 Uitvoeren experiment

- 1) Doe het fijngemalen ijs in het bekeerglas en plaats er de temperatuursensor bij.
- 2) Start de meting en voeg zout toe.
- 3) Roer het zout onder het ijs terwijl de meting loopt.

4 Besluiten en reflecteren

Wat is de smelttemperatuur van zuiver water?

...

Wat gebeurt er met de temperatuur zodra het zout aan het ijs wordt toegevoegd?

...

Geef een toepassing van dit verschijnsel.

...

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Beïnvloedt het toevoegen van zout aan ijs de smelttemperatuur? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Verdunningsreeks van cola en controle met pH

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

Zal de pH van een zure oplossing dalen of stijgen wanneer cola wordt verdund?

...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Welk zuur geeft de frisse, zure smaak aan cola? Geef ook het E-nummer.

...

Welk zuur zal cola nog bevatten omwille van de gasvorming?

...

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- pH-sensor
- Cola
- Zuiver water
- Pipet 10 ml
- Maatkolf 100 ml
- Bekerglazen

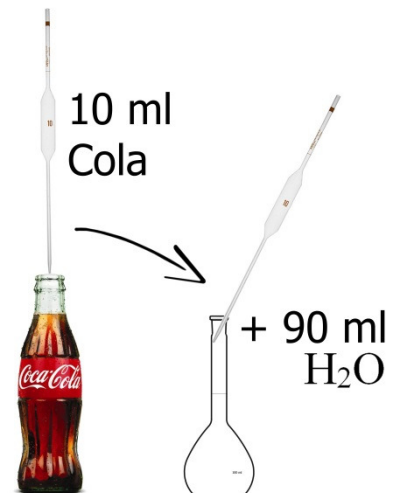


2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	Verdunning
Eenheid	/

3 Uitvoeren experiment

- 1) Maak een verdunningsreeks door cola tien maal te verdunnen. Doe dit drie maal.
- 2) Meet de pH van de onverdunde cola en vul bij verdunning '0' in.
- 3) Meet de pH van de eerste verdunning en vul bij verdunning '1' in.
- 4) Herhaal tot alle verdunningen gemeten zijn.
- 5) Bekijk de grafiek.



4 Besluiten en reflecteren

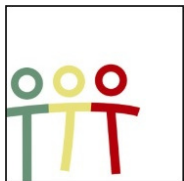
Vul de tabel aan.

Verdunning	pH
0	
1	
2	
3	

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Zal de pH van een zure oplossing dalen of stijgen wanneer deze oplossing wordt verdund? ...

Motivatie: ...



T³ VLAANDEREN

Experiment - leerlingenversie

Datum:

Klas:

Naam:

Geleidbaarheid bij neerslagreactie

Leerkracht:

1 Oriënteren

Onderzoeksvraag – hypothese

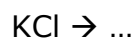
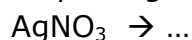
Heeft de vorming van neerslag bij het samenvoegen van twee elektrolytoplossingen een invloed op de geleiding? ...

Motivatie: ...

2 Voorbereiden

2.1 Theorie

Geef de splitsingsreactie van volgende stoffen:



Schrijf de combinatie van deze twee reacties in ionen.

...

Schrijf de essentiële ionenreactievergelijking.

...

2.2 Benodigdheden

- TI-Nspire
- Lab Cradle
- Geleidbaarheidssensor
- 0,05M KCl
- 0,05M AgNO₃
- 2 bekersglazen (100 ml)



2.3 Instellen van de verzamelmodus

Verzamelmodus	Gebeurtenissen met invoer
Naam gebeurtenis	stap
Eenheid	/

3 Uitvoeren experiment

- 1) Giet 40 ml KCl in een bekerglas en meet de geleidbaarheid (stap 1).
- 2) Giet 40 ml AgNO₃ in een bekerglas en meet de geleidbaarheid (stap 2).
- 3) Voeg de inhoud van het eerste bekerglas bij het tweede en bepaal opnieuw de geleidbaarheid (stap 3).

4 Besluiten en reflecteren

Je meet de geleidbaarheid van de reagentia apart. Hoe kan je dan de totale geleidbaarheid bepalen voor de reactie?

...

Vul de tabel aan.

Stof	Geleidbaarheid (μS/cm²)	geleidbaarheid (voor de reactie)	Geleidbaarheid (na de reactie)
KCl	Stap 1 ...		Stap 3 ...
AgNO ₃	Stap 2 ...		

Beantwoord opnieuw de hypothese.

Heeft de vorming van neerslag bij het samenvoegen van twee elektrolytoplossingen een invloed op de geleiding? ...

Motivatie: ...

'Ik hoor en ik vergeet, ik zie en ik onthoud, ik doe en ik begrijp' - Confucius.

Wetenschap is zoveel leuker met experimentele waarnemingen. De didactische meerwaarde is onmiskenbaar omdat leerlingen geconfronteerd worden met probleemstellingen en onderzoekend leren.

Dit cahier biedt twintig uitgewerkte experimenten voor de tweede graad die moeiteloos in het leerplan kunnen worden ingepast. De leerlingen maken gebruik van Verniersensoren en de TI-Nspire. De uitgewerkte experimenten zijn opgesteld om de leerkrachten optimaal te ondersteunen met tips, oplossingen en uitbreidingen. Ook zijn er kant-en-klare leerlingerversies uitgewerkt. Uiteraard wordt er ook aandacht besteed aan het verwerken van de meetgegevens en de mogelijkheid om deze data te verwerken in een verslag.

Deze experimenten zijn geschikt voor leerlingen met biologie, chemie, fysica of natuurwetenschappen in het studieaanbod.

NATALIE DIRCKX is leerkracht wetenschappen aan het Provinciaal Instituut Lommel. Zij geeft biologie, chemie en fysica in de tweede graad aso en tso. Tevens is zij actief als vrijwillig wetenschappelijk medewerker van de onderzoeksgroep Dierkunde: Biodiversiteit en Toxicologie aan de UHasselt.

juni 2013