

***AAN DE SLAG MET CBR 2™
ULTRASONE AFSTANDSSENSOR***

INCLUSIEF

***5 ACTIVITEITEN VOOR
STUDENTEN***



Belangrijk

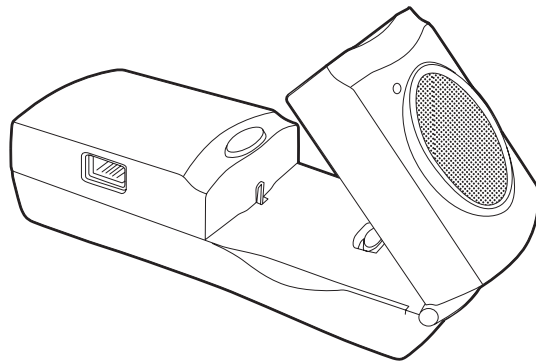
Texas Instruments en enige derde bijdragende partij bieden geen enkele garantie, hetzij impliciet hetzij uitdrukkelijk, met inbegrip van en niet uitsluitend beperkt tot welke impliciete garanties dan ook wat betreft de geschiktheid voor verkoop en een specifiek gebruik, voor de programma's of documentatie en stelt deze documentatie slechts ter beschikking "zoals zij is".

Texas Instruments of enige derde bijdragende partij kan in geen geval aansprakelijk worden gesteld voor speciale, indirecte, toevallige of resulterende schade die in verband zou staan met of het gevolg is van de aankoop of het gebruik van deze producten; de enige en uitsluitende aansprakelijkheid, ongeacht de wijze van de juridische procedure, die door Texas Instruments wordt gedragen, zal beperkt blijven tot het bedrag van de aankoopprijs van deze apparatuur. Bovendien kan Texas Instruments niet aansprakelijk worden gesteld indien een eis tot schadevergoeding wordt ingediend, ongeacht de aard ervan, tegen het gebruik van deze producten door een andere persoon.

© 2004 Texas Instruments Incorporated.
Alle rechten voorbehouden.

Hierbij wordt toestemming gegeven aan docenten om de pagina's in deze handleiding met een copyright-vermelding in beperkte aantallen te kopiëren voor gebruik in het klaslokaal, in workshops of voor werkgroepen. Die pagina's mogen door docenten worden gereproduceerd voor gebruik in het klaslokaal, in workshops en tijdens werkgroepen, op voorwaarde dat het copyright op elk exemplaar is vermeld. De kopieën mogen niet worden verkocht en verdere verspreiding is uitdrukkelijk verboden. Behalve in de gevallen hierboven vermeld, is een voorafgaande schriftelijke toestemming van Texas Instruments vereist om dit werk of gedeelten ervan te reproduceren of te verzenden in gelijk welke andere vorm of op gelijk welke elektronische of mechanische manier, inclusief systemen voor het opslaan en opvragen van informatie, behalve als dit uitdrukkelijk toegestaan is door de desbetreffende wetgeving. Meer informatie kunt u krijgen bij Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services






Activiteit 1 (*Een grafiek maken van je beweging*) en Activiteit 3 (*Een snelle glijbaan*) zijn gebruikt met toestemming van Vernier Software and Technology. Deze activiteiten zijn aangepast uit *Middle School Science with Calculators* van Don Volz en Sandy Sapatka.



Inleiding

Wat is de CBR 2™?	2
Aan de slag met CBR 2™ — Eenvoudiger kan het niet	4
Tips voor een goede meting	6

Activiteiten met aantekeningen voor docenten en leerling-werkbladen

 Activiteit 1 — Een grafiek maken van je beweging lineaire functie	10
 Activiteit 2 — De grafiek namaken lineaire functie	14
 Activiteit 3 — Een snelle glijbaan kwadratische functie	18
 Activiteit 4 — Stuiterende bal kwadratische functie	25
 Activiteit 5 — Rollende bal kwadratische functie	28
Informatie voor de docent	32

Technische informatie

CBR 2™-gegevens worden opgeslagen in lijsten	36
EasyData instellingen	37
Het gebruik van CBR 2™ met CBL 2™ of met CBL 2™ programma's	38

Onderhoudsinformatie

Batterijen	40
Bij moeilijkheden	41
EasyData Menu-overzicht	42
TI service en garantie	43

CBR 2™ (Calculator-Based Ranger™)

ultrasone afstandssensor

**voor gebruik met TI-83 Plus, TI-83 Plus Silver Edition,
TI-84 Plus, en TI-84 Plus Silver Edition**

**om de metingen en analyse uit de werkelijkheid in de klas te brengen
gemakkelijk te bedienen**

Wat doet de CBR 2™?

Met de CBR 2™ en een TI grafische rekenmachine kunnen leerlingen gegevens over bewegingen verzamelen, bekijken en analyseren zonder lastige metingen en handmatig maken van grafieken.

Met CBR 2™ kunnen leerlingen de wiskundige en wetenschappelijke relaties tussen afstand, snelheid, versnelling en tijd verkennen met gegevens die verzameld zijn tijdens activiteiten die zij zelf hebben uitgevoerd. Hierdoor kunnen leerlingen wiskundige en natuurwetenschappelijk concepten onderzoeken zoals:

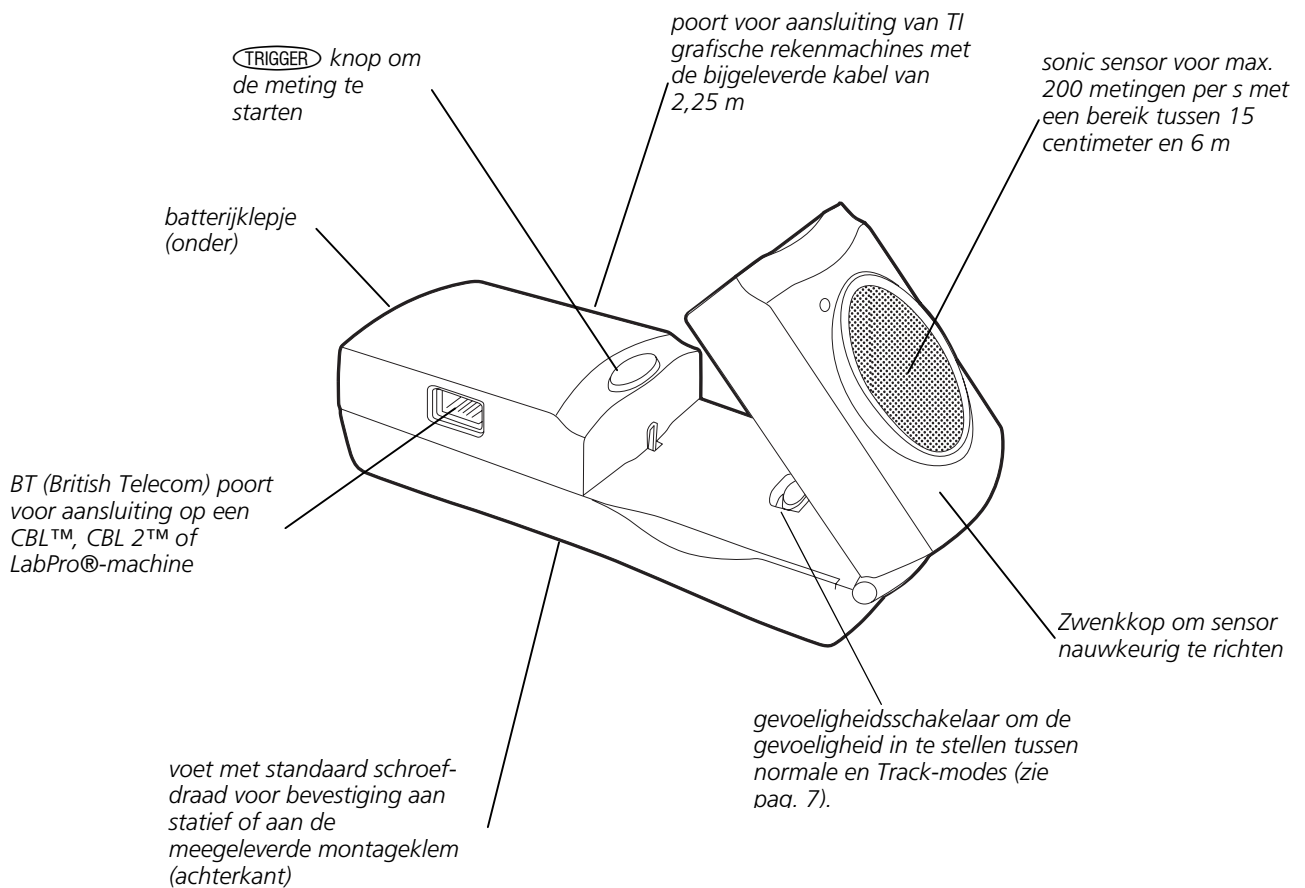
- beweging: *afstand, snelheid, versnelling*
- grafieken: *coördinaatassen, hellingshoek, bijbehorende x- of y-waarde*
- functies: *lineair, kwadratisch, exponentieel, sinusfunctie*
- differentiaal- en integraalrekening: *afgeleiden, integralen*
- statistiek en analyse van gegevens: *methodes voor gegevensverwerking, statistische analyse*
- natuurkunde: *beweging, gebruik met dynamische parcoursen, slingeranalyse, positie, snelheid, versnelling*
- natuurwetenschap: *bewegingsexperimenten*

Wat staat in deze handleiding?

Aan de slag met CBR 2™ is bedoeld als handleiding voor docenten zonder veel ervaring met rekenmachines. Hierin vindt u instructies om snel aan de slag te gaan met de CBR 2™, aanwijzingen over effectieve gegevensverwerking en vijf activiteiten voor in de klas, waarbij de basisfuncties en -eigenschappen van bewegingen kunnen worden onderzocht. Deze activiteiten (zie pagina 10–31) bevatten o.a.:

- aantekeningen voor docenten voor elke activiteit, plus algemene informatie voor de docent
- instructies om stap voor stap te werk te gaan
- een basismeting die geschikt is voor alle niveaus
- verkenningen om de gegevens nader te bestuderen, waaronder “wat-als” scenario’s
- suggesties voor onderwerpen voor gevorderden, geschikt voor leerlingen die intergraal- en/of differentiaalrekening beheersen
- reproduceerbare leerling-werkbladen met open vragen die passen bij een breed spectrum van onderwijsniveaus

Wat is de CBR 2™? (verv.)



De CBR 2™ bevat alles wat u nodig hebt om gemakkelijk en snel van start te gaan met activiteiten in de klas— er is alleen nog een TI grafische rekenmachine bij nodig (en apart verkrijgbare attributen voor sommige activiteiten).

- ultrasone afstandssensor
- 4 AA batterijen
- I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- 5 leuke activiteiten
- Standaard-B naar Mini-A USB-kabel (rekenmachine-naar-CBR 2™)

Met CBR 2™ voert u in twee of drie stappen uw eerste meting uit!

1

Downloaden

Op uw grafische rekenmachine kunnen een aantal Apps (softwaretoepassingen) voorgeladen zijn, waaronder de EasyData App. Druk op **[APPS]** om te zien welke Apps op uw rekenmachine geïnstalleerd zijn. Als EasyData niet geïnstalleerd is, kunt u de nieuwste versie van deze App vinden op education.ti.com. Download de EasyData App indien nodig nu.

2

Aansluiten

Sluit de CBR 2™ op uw TI grafische rekenmachine aan met behulp van de Standaard-B naar Mini-A USB-kabel (rekenmachine-naar-CBR 2™) of de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel, en duw de kabel aan beide kanten stevig naar binnen voor een goede aansluiting.

Stel de gevoeligheidsschakelaar in op de normale modus voor lopen, bal, gooien slinger, etc., of op de Track-modus voor gebruik met dynamische parcoursen en karren.

Over de rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel:

- Kan alleen gebruikt worden met de EasyData App.
- Zorgt voor een automatische start van de EasyData App wanneer een CBR 2™ op een rekenmachine van de TI-84 Plus-serie aangesloten wordt.
- Biedt een verbeterde fysieke en betrouwbaardere aansluiting dan de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel.
- Kan niet gebruikt worden met RANGER, DataMate of andere soortgelijke toepassingen.

3

Starten

Start de EasyData App op de grafische rekenmachine die aangesloten is op de CBR 2™.

Ga door naar stap 1, als u een rekenmachine van de TI-83 Plus-serie gebruikt. Als u een TI-84 Plus aangesloten heeft met een rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel, voer dan de stappen 1 en 4 uit.

1. Zet de rekenmachine aan en zet hem op het basisscherm.
2. Druk op **[APPS]** om de lijst met Apps op uw grafische rekenmachine weer te geven.
3. Kies EasyData en druk op **[ENTER]**.
Het openingsscherm wordt gedurende 2–3 seconden weergegeven, en vervolgens verschijnt het hoofdscherm.
4. Selecteer Start (druk op **[ZOOM]**) in het hoofdscherm om te beginnen met het verzamelen van gegevens.

Probeer voor een snel resultaat eens een van de kant-en-klare activiteiten in deze handleiding

Belangrijke informatie

- Deze handleiding is van toepassing op alle grafische TI-rekenmachines die met CBR 2™ (zie pagina 2) gebruikt kunnen worden. Het kan dus gebeuren dat sommige menu's op uw rekenmachine een andere naam hebben.
- Bij het maken van de opstellingen voor de activiteiten moet u ervoor zorgen dat de CBR 2™ stevig bevestigd is en dat er niemand over het snoer kan struikelen.
- Beëindig de EasyData App altijd met de optie Quit. Als u Quit kiest, dan zorgt de EasyData App ervoor dat CBR 2™ correct wordt afgesloten. Hierdoor weet u zeker dat de CBR 2™ goed opgestart wordt als u hem de volgende keer gebruikt.
- Maak de aansluiting tussen CBR 2™ en rekenmachine altijd los voordat u de CBR 2™ opbergt.
- EasyData wordt automatisch gestart als de rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel wordt aangesloten van een TI-84 Plus of TI-84 Plus Silver Edition grafische rekenmachine naar een CBR 2™.

Tips voor een goede meting

Betere metingen verrichten

Hoe werkt de CBR 2™?

De CBR 2™ zendt een ultrasone puls uit en meet hoe lang het duurt voor er een echo terugkomt van het dichtstbijzijnde voorwerp.

De CBR 2™ meet, zoals iedere detector die gebruik maakt van geluidsgolven, de tijd die verloopt tussen het uitzenden van de ultrasone puls en de eerste echo die terugkomt, maar de CBR 2™ heeft een ingebouwde microprocessor die veel meer doet. Terwijl de gegevens verzameld worden, berekent de CBR 2™ de afstand naar het voorwerp met behulp van de bekende geluidssnelheid. Daarna differentieert hij de afstand één en twee keer naar de tijd om de snelheid en de versnelling te bepalen. Deze gegevens worden opgeslagen in lijsten.

Grootte van het object

Werkt u met een klein object op een grote afstand, dan zijn de kansen op een nauwkeurig resultaat geringer. Bijvoorbeeld, op een afstand van 5 meter detecteert u een voetbal heel wat makkelijker dan een pingpongbal.

Minimumbereik

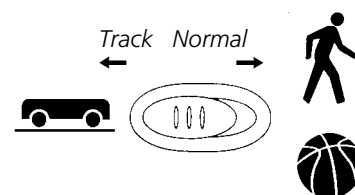
De CBR 2™ zendt een puls uit, de puls bereikt het object, wordt teruggekaatst en wordt door de CBR 2™ ontvangen. Als het object dichterbij is dan 15 centimeter, dan kunnen de opeenvolgende pulsen elkaar overlappen, waardoor ze door CBR 2™ verkeerd geïnterpreteerd worden. De grafiek wordt dan onnauwkeurig. Zet CBR 2™ dus op een afstand van minstens 15 centimeter van het object.

Maximumbereik

Naarmate de puls verder moet reizen, verliest hij zijn kracht. Na ongeveer 12 meter (6 meter heen naar het object en 6 meter terug naar de CBR 2™), wordt de echo te zwak om betrouwbaar gedetecteerd te kunnen worden. Dit beperkt de afstand waarop de CBR 2™ betrouwbaar werkt tot 6 meter.

Gevoeligheidsschakelaar

De gevoeligheidsschakelaar heeft twee modes—Track en Normal. De Track-modus is bedoeld voor activiteiten met dynamische parcoursen en karren; de Normale modus is bedoeld voor alle andere activiteiten zoals lopen, gooien van een bal, stuiteren van een bal, slinger etc.



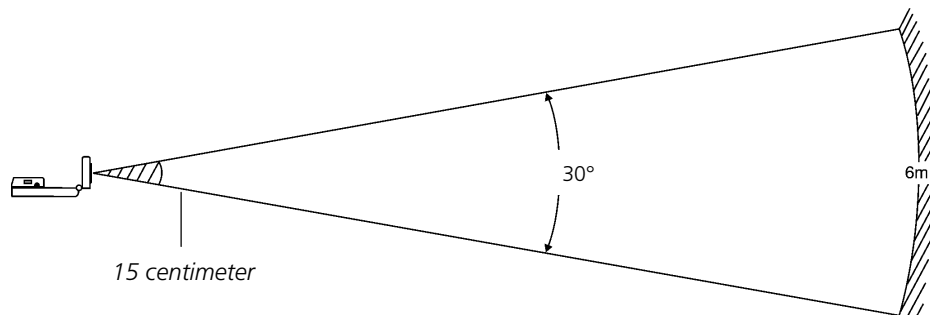
Als u veel extra ruis in uw gegevens krijgt, kan het zijn dat de gevoeligheidssensor in de normale modus staat. Als u de gevoeligheidsschakelaar naar de Track-stand verplaatst, wordt de gevoeligheid van de sensor lager en krijgt u betere gegevens.

Tips voor een goede meting (verv.)

De vorm van de bundel

Het pad van de CBR 2™ -straal is geen smalle bundel, maar waaiert in alle richtingen uit, van 15° in het centrum naar 30° in een conische straal.

Om te vermijden dat andere objecten in de omgeving de uitlezing verstoren, is het wenselijk dat er geen andere objecten in het pad van de CBR 2™ -bundel aanwezig zijn. Hiermee zorgt u ervoor dat andere objecten niet door CBR 2™ worden opgemerkt. CBR 2™ ziet alleen het dichtstbijzijnde object binnen het gebied van de bundel.



Reflecterende oppervlakken

Sommige oppervlakken reflecteren de pulsen beter dan andere. Bijvoorbeeld: met een harde gladde bal krijgt u betere resultaten dan met een tennisbal. En als u werkt in een ruimte waarin zich veel harde reflecterende voorwerpen bevinden, dan zult u veel onbedoelde metingen zien. Metingen van onregelmatige oppervlakken (zoals een speelgoedauto of een leerling die loopt met een rekenmachine in zijn hand) zullen onduidelijk zijn.

Een afstand-tijd grafiek van een stilstaand object kan kleine verschillen vertonen in de berekende afstanden. Als deze waarden resulteren in een ander pixel, dan zal de verwachte horizontale lijn kleine onregelmatigheden vertonen. Een snelheid-tijd grafiek zal nog onregelmatiger worden, want de verandering in afstand tussen twee punten is, per definitie, de snelheid.

Instellingen van EasyData

Gegevensverzameling voor een tijdsgrafiek instellen

De duur van het experiment is de totale tijd in seconden die nodig is voor het voltooien van de gegevensverzameling. Deze wordt bepaald door het aantal metingen, vermenigvuldigd met het meetinterval.

Voer een getal in tussen 0,05 (bij zeer snel bewegende objecten) en 0,5 seconden (bij zeer langzaam bewegende objecten).

Opmerking: zie "Instellen van de rekenmachine voor gegevensverzameling" op pag. 12 voor gedetailleerde informatie over hoe u de instellingen kunt veranderen.

Menunaam	Beschrijving	Standaard-instelling
Sample Interval	Meet de tijd tussen de metingen in seconden.	0,05
Number of Samples	Totaal aantal metingen dat verzameld moet worden.	100
Experiment Length	Duur van het experiment in seconden.	5

Starten en stoppen

Om met proefnemen te beginnen, selecteert u Start (druk op **ZOOM**). Het proefnemen stopt automatisch als het aantal metingen dat ingesteld is in het menu Time Graph Settings is bereikt. De CBR 2™ geeft vervolgens een grafiek van de verzamelde gegevens weer on the graphing calculator. (op de grafische rekenmachine ???)

Om het proefnemen te stoppen voordat dit automatisch stopt, selecteert u Stop (houd **ZOOM** ingedrukt) op een willekeurig moment tijdens het verzamelingsproces. Wanneer het verzamelen stopt, wordt een grafiek van de verzamelde gegevens weergegeven.

Ruis—wat is het en hoe kom je ervan af?

Als de CBR 2™ signalen ontvangt van andere objecten dan het object dat u bedoeld had, dan toont de grafiek onjuiste punten (ruis) die niet overeenkomen met het algemene patroon van de grafiek. Om ruis te verminderen doet u het volgende:

- Zorg ervoor dat de CBR 2™ direct op het doel gericht is. Probeer de sensorkop bij te stellen terwijl u de gegevens live op de homescreen-meter bekijkt. Verzekert u ervan dat de uitlezing goed is voordat u een activiteit of experiment start.
- Probeer te meten in een ruimte met weinig vreemde voorwerpen (zie de tekening van de vorm van de bundel op pagina 7).
- Kies een groter object dat beter reflecteert, of zet het object dichterbij de CBR 2™ (maar niet dichterbij dan 15 centimeter).
- Gebruikt u meer dan één CBR 2™ in een ruimte, dan moet de ene groep klaar zijn met de meting voordat de andere groep begint.
- Probeer de gevoeligheidssensor naar de Track-positie te verplaatsen om de gevoeligheid van de sensor te verlagen.

Tips voor een goede meting (verv.)

Geluidssnelheid

De afstand tot het object wordt bij benadering gevonden met behulp van de standaard ingestelde geluidssnelheid. De geluidssnelheid is evenwel van diverse factoren afhankelijk, vooral van de luchttemperatuur. Voor metingen waarbij alleen de relatieve bewegingen van belang zijn, is deze factor niet van belang.

CBR 2™ heeft een ingebouwde temperatuursensor, waarmee veranderingen in de snelheid van het geluid die het gevolg zijn van de temperatuur van de omringende lucht automatisch gecompenseerd worden. De temperatuurconversie van 0° tot 40° Celsius, bij standaarddruk, is tamelijk lineair met ongeveer +0,6 meter/seconde per graad Celsius. De snelheid van geluid neemt toe van ongeveer 331 meter/seconde bij 0° Celsius tot ongeveer 355 meter/seconde bij 40° Celsius. Deze snelheden veronderstellen een relatieve vochtigheid van 35% (droge lucht).

Wanneer u de EasyData App met de CBR 2™ gebruikt, vindt deze temperatuurcompensatie plaats bij het verzamelen van bewegingsgegevens. De sensor bevindt zich onder de openingen aan de achterkant van de CBR 2™; zorg er daarom voor dat u deze openingen tijdens het verzamelen van gegevens niet afdekt met iets wat een andere temperatuur heeft dan de omgevingstemperatuur.

Gebruik van CBR 2™ zonder de EasyData-toepassing

U kunt de CBR 2™ gebruiken als een sonische bewegingsdetector met de CBL 2™ of met andere programma's dan EasyData.

Met behulp van de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel kan de CBR 2™ gebruikt worden met grafische rekenmachines waarop de EasyData App niet geïnstalleerd is, maar die wel de CBL/CBR App en/of het RANGER-programma hebben. De CBR 2™ biedt dezelfde functionaliteit als een CBR™ als meetgegevens worden verzameld met de CBL/CBR App en/of het RANGER-programma.

De CBL/CBR App kan gebruikt worden op de meeste oudere TI-83 Plus rekenmachines. De CBL/CBR App kunt u downloaden vanaf education.ti.com. Hiermee kunt u bewegingsgegevens verzamelen met behulp van de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel op de CBR 2™.

Met het RANGER-programma, dat deel uitmaakt van de CBL/CBR App en ook verkrijgbaar is voor andere rekenmachines, kunt u bewegingsgegevens verzamelen met behulp van de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel. Veel TI Explorations-werkboeken maken gebruik van het RANGE-programma.

U kunt de CBR 2™ ook als een bewegingssensor gebruiken met uw CBL 2™ gegevensverzamelingsmachine. Gebruik de DataMate App die bij de CBL 2™ geleverd wordt om de CBR 2™ via een CBL 2™ te bedienen. U heeft een speciale CBL-to-CBR kabel nodig om dit systeem te gebruiken. Ga voor meer informatie over deze kabel naar de TI webwinkel op education.ti.com.

Activiteit 1—Een grafiek maken van je beweging

aantekeningen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: linear

Voor deze activiteit is de EasyData App nodig.

Apparatuur en accessoires

- ✓ rekenmachine (zie pag. 2 voor verkrijgbare modellen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ rekenmachine-naar-CBR 2™ of I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- ✓ EasyData-toepassing
- ✓ Afplakband
- ✓ Meetlat of rolmaat

Tips

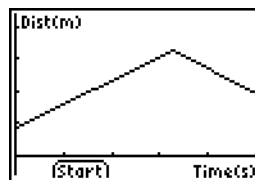
Het kan zijn dat dit experiment de eerste keer is dat uw leerlingen de CBR 2™ bewegingsdetector gebruiken. Door een beetje begeleiding te geven bij het gebruik ervan, bespaart u later in het jaar tijd als de CBR 2™ bij andere experimenten wordt gebruikt. Hier volgen enkele tips voor een effectief gebruik van de CBR 2™:

- Bij het gebruik van de CBR 2™ is het belangrijk om u te realiseren dat het ultrageluid wordt uitgezonden in een kegelvorm met een hoek van ongeveer 30°. Alles binnen de kegel van ultrageluid kan een reflectie veroorzaken, en mogelijk een onbedoelde meting opleveren. Een veelvoorkomend probleem bij het gebruik van bewegingsdetectoren zijn onbedoelde reflecties van een tafel of stoel in het klaslokaal.
- Vaak kunnen onbedoelde reflecties geminimaliseerd worden door de CBR 2™ licht te kantelen.
- Als u begint met een snelheids- of versnellingsgrafiek en uw krijgt een verwarrend scherm, schakel dan terug naar een afstandsgrafiek om te zien of deze steekhoudend is. Zo niet, dan kan het zijn dat de CBR 2™ niet goed gericht is op het doel.
- De CBR 2™ detecteert objecten niet goed als ze dichterbij zijn dan 15 cm. Het maximale bereik is ongeveer 6 m, maar losse objecten in de brede detectiestraal kunnen problematisch zijn op deze afstand.

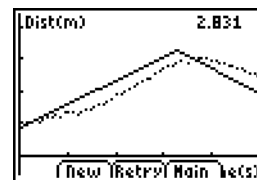
- Soms kan een doelobject geen sterke reflectie geven van het ultrageluid. Als het doelobject bijvoorbeeld een persoon is met een dikke trui, dan kan de resulterende grafiek inconsistent zijn.
- Als de snelheids- en versnellingsgrafieken ruis vertonen, probeer de sterkte van de ultrageluidreflectie vanaf het doelobject dan te vergroten door de oppervlakte van het doelobject te vergroten.

U kunt ervoor kiezen om uw leerlingen een groot boek te laten vasthouden als ze voor de CBR 2™ lopen. Hierdoor worden betere grafieken geproduceerd, omdat de beweging gladgestreken wordt.

Te verwachten grafieken



Afstand vs. Tijd



Overeenkomende afstand vs. Tijd

Antwoorden op vragen

9. De helling van het gedeelte van de grafiek dat correspondeert met de beweging is groter bij het snellere experiment.
Resultaten zullen waarschijnlijk variëren tussen groepen omdat ze met verschillende snelheden lopen.
Naar de bewegingsdetector toe lopen levert een negatieve helling op. Van de bewegingsdetector af lopen levert een positieve helling op.
12. Merk op dat de helling dichtbij nul komt (of nul is) bij stilstaan. De helling zou nul moeten zijn, maar verwacht kleine variaties als gevolg van de variatie in de verzamelde gegevens.

Activiteit 1—Een grafiek maken van je beweging

lineair

Grafieken die gemaakt zijn met een CBR 2™ kunnen gebruikt worden om beweging te bestuderen. In dit experiment gebruik je een CBR 2™ om grafieken te maken van je eigen beweging.

Doelen

In dit experiment ga je:

- een bewegingsdetector gebruiken om afstand en snelheid te meten
- grafieken maken van je beweging
- deze grafieken analyseren

Gegevensverzameling: Afstand vs. Tijd-grafieken

- 1 Plaats een CBR 2™ op een tafelblad en richt hem op een gebied zonder meubels en andere objecten. De CBR 2™ moet ongeveer 15 centimeter boven je middel staan.



- 2 Gebruik korte stukken afplakband op de vloer om afstanden van 1 m, 2 m, 3 m en 4 m vanaf de CBR 2™ aan te geven.
- 3 Sluit de CBR 2™ aan op de rekenmachine met behulp van een geschikte kabel (zie onder) en druk de kabeluiteinden stevig aan.
 - Gebruik bij een TI-83 Plus een I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
 - Gebruik bij een TI-84 Plus een Standard-B naar Mini-A USB-kabel (rekenmachine-naar-CBR 2™)
- 4 Druk op de rekenmachine op **APPS** en selecteer EasyData om de EasyData App te starten.

Opmerking: EasyData wordt automatisch gestart als de CBR 2™ is aangesloten op een TI-84 Plus met een rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel.

Activiteit 1—Een grafiek maken van je beweging (verv.)

lineair

5 Stel de rekenmachine als volgt in voor gegevensverzameling:

a. Selecteer Setup (druk op **WINDOW**) om het menu Setup te openen.

b. Druk op 2 om 2: Time Graph te selecteren om het scherm Time Graph Settings te openen.

c. Selecteer Edit (druk op **ZOOM**) om het dialoogvenster Sample Interval te openen.

d. Voer 0.1 in om de tijd tussen de metingen op 1/10 seconde in te stellen.

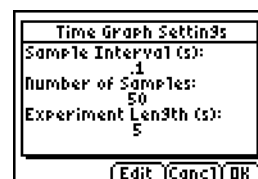
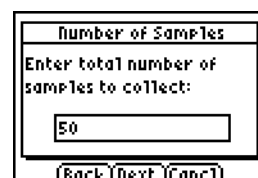
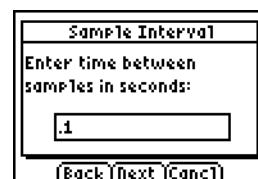
e. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om naar het dialoogvenster Number of Samples te gaan.

f. Voer 50 in om het aantal metingen in te stellen.

De duur van het experiment is 5 seconden (aantal metingen vermenigvuldigd met het meetinterval).

g. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om een samenvatting van de nieuwe instellingen weer te geven.

h. Selecteer OK (druk op **GRAPH**) om terug te keren naar het hoofdscherm.



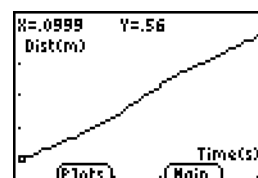
6 Verken het maken van Afstand vs. tijd-grafieken.

a. Ga op de markering van 1,0 m staan, met je rug naar de CBR 2™.

b. Geef je partner de opdracht om Start te selecteren (druk op **WINDOW**).

c. Wandel langzaam naar de 2,5 m-markering en stop.

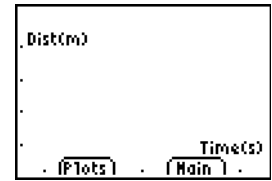
d. Wanneer de gegevensverzameling beëindigd is, wordt er een grafiek weergegeven.



Activiteit 1—Een grafiek maken van je beweging (verv.)

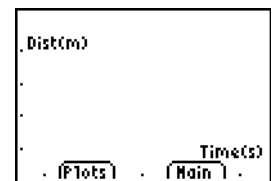
lineair

- e. Schets je grafiek in het lege grafiekenschermb dat gegeven wordt.
- f. Neem twee punten op de grafiek en bepaal de helling met behulp van de x en y-coördinaten.
- Punt 1: _____ Punt 2: _____ Helling: _____
- g. Selecteer Main (druk op **TRACE**) om terug te keren naar het hoofdschermb.



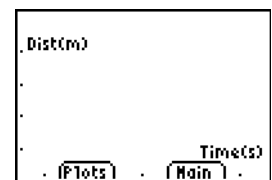
- 7 Herhaal stap 6, ditmaal terwijl je op de 2,5 m-markering gaat staan en naar de 1,0 m-markering wandelt. Eenmaal terwijl je langzaam loopt, en eenmaal terwijl je sneller loopt.

Punt 1: _____ Punt 2: _____ Helling: _____



- 8 Schets je nieuwe grafieken in het lege grafiekenschermb.
- 9 Beschrijf de verschillen tussen je grafieken (stap 6e en stap 8)

- 10 Herhaal stap 6, terwijl je stil blijft staan op de 2,5 m-markering.
- 11 Schets je nieuwe grafiek in het lege grafiekenschermb.
- 12 Bereken de helling voor al je grafieken.



Activiteit 2—De grafiek namaken

aantekeningen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: lineaire functie.

Match introduceert de concepten afstand en tijd—of, nauwkeuriger: het concept van afstand *versus* tijd uit de werkelijkheid.

In “Verkenning” wordt aan leerlingen gevraagd om de loopsnelheid om te zetten van m/s in km/uur.

Als de leerlingen het namaken van Afstand-tijd-grafieken onder de knie hebben, kunt u een nieuwe uitdaging voor hen vinden in het namaken van Snelheid-tijd-grafieken.

Apparatuur en accessoires

- ✓ rekenmachine (zie pag. 2 voor verkrijgbare modellen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ rekenmachine-naar-CBR 2™ of I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- ✓ EasyData-toepassing

Met een TI ViewScreen™ kunnen andere leerlingen meekijken—waardoor deze activiteit nog leuker wordt.

Aanwijzingen

Leerlingen vinden deze activiteit echt boeiend. Neem genoeg tijd want iedereen wil aan de beurt komen!

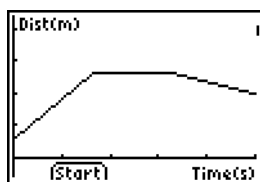
Deze activiteit werkt het beste als de leerling die loopt (evenals de hele klas) ziet hoe zijn/haar beweging op een muur of scherm wordt geprojecteerd.

Laat de leerlingen in één lijn met de CBR 2™ lopen, want soms lopen zij zijwaarts (loodrecht op de lijn naar de CBR 2™) of springen omhoog!

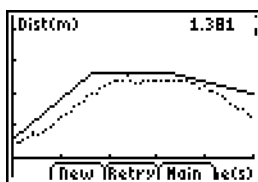
De instructies stellen voor om in de activiteit meters te gebruiken, omdat dat overeenkomt met de vraag op het leerling-werkblad.

Zie pagina 6–9 voor aanwijzingen over goede metingen.

Te verwachten grafieken



Afstand vs. tijd



Overeenkomende afstand vs. tijd

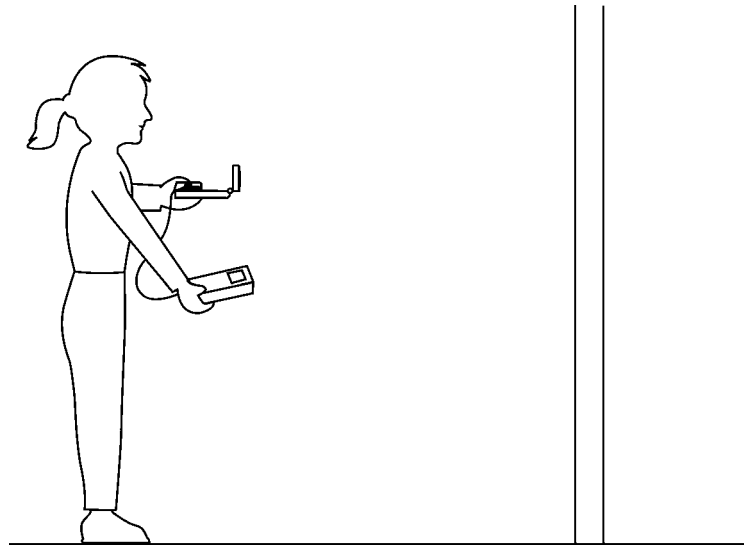
Te verwachten antwoorden

1. tijd (vanaf begin meting); seconden; 1 seconde; afstand (vanaf de CBR 2™ tot het voorwerp); meter; 1 meter
2. de overeenkomende waarde van y is de waarde van de beginafstand
3. verschillend per leerling
4. achteruit (vergroot de afstand tussen de CBR 2™ en het voorwerp)
5. vooruit (verklein de afstand tussen de CBR 2™ en het voorwerp)
6. blijf stilstaan; hellingshoek nul houdt in: geen wijziging van y (afstand)
7. verschillend per diagram; $\Delta y/3,3$
8. verschillend per diagram; $\Delta y/1$
9. het gedeelte met de grootste hellingshoek (positief of negatief)
10. dit is een strikvraag—het vlakke gedeelte, want je beweegt helemaal niet!
11. loopsnelheid; wanneer je van richting en/of van snelheid verandert
12. snelheid (of snelheidsvector)
13. verschillend per diagram (voorbeeld: 1,5 meter in 3 seconden)
14. verschillend per diagram; voorbeeld: 0,5 meter/1 seconde
voorbeeld: $(0,5 \text{ meter} / 1 \text{ seconde}) \times (60 \text{ seconden} / 1 \text{ minuut}) = 30 \text{ meter} / \text{minuut}$
voorbeeld: $(30 \text{ meter} / 1 \text{ minuut}) \times (60 \text{ minuten} / 1 \text{ uur}) = 1800 \text{ meter} / \text{uur}$
voorbeeld: $(1800 \text{ meter} / 1 \text{ uur}) \times (1 \text{ kilometer} / 1000 \text{ meter}) = 1,8 \text{ kilometer} / \text{uur}$
Laat leerlingen dit laatste getal vergelijken met de snelheid van een auto. bijv. 96 kilometer / uur.
15. verschillend per diagram; som van de Δy voor elk lijnsegment.

Metingen

- 1 Houd de CBR 2™ in één hand en de rekenmachine in de andere. Richt de sensor rechtstreeks op een muur.

Tips: De maximale afstand in elke grafiek is 6 meter vanaf de CBR 2™. De minimale afstand is 15 centimeter.

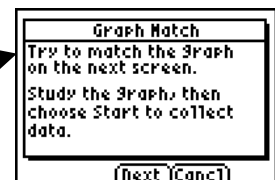


- 2 Start de EasyData App.
- 3 Kies uit het Setup-menu 3:Distance Match.

Distance Match stelt de instellingen automatisch in.

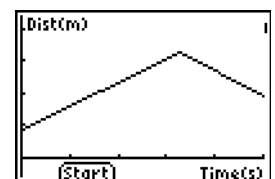
- 4 Selecteer Start (druk op **ZOOM**) en volg de instructies op het scherm.

Probeer de grafiek op het volgende scherm na te maken.



- 5 Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om de grafiek weer te geven die je wilt namaken. Neem even de tijd om de grafiek te bestuderen. **Beantwoord vraag 1 en 2 op het werkblad.**

Opmerking: de grafiek die nagemaakt moet worden zal iedere keer dat stap 4 en 5 worden uitgevoerd anders zijn.



Activiteit 2—De grafiek namaken (verv.)lineaire functie

- ⑥ Plaats jezelf waar je denkt dat de grafiek begint. Selecteer Start (druk op **WINDOW**) om te beginnen met het verzamelen van gegevens. Je hoort een klikkend geluid en ziet het groene lampje als de gegevens verzameld worden.
- ⑦ Loop achteruit en vooruit en probeer de grafiek na te maken. Je positie wordt op het scherm geplot.
- ⑧ Bestudeer, als de meting afgelopen is, hoe goed jouw “loopje” overeenkomt met de grafiek **beantwoord dan vraag 3**.
- ⑧ Selecteer Retry (druk op **ZOOM**) om dezelfde grafiek die je wilt namaken opnieuw weer te geven. Probeer je looptechniek te verbeteren en **beantwoord dan vraag 4, 5 en 6**.

Verkenning

In Distance Match, bestaan alle grafieken uit 3 del en met rechte lijnen.

- ① Selecteer New (druk op **WINDOW**) om een nieuwe grafiek weer te geven om na te maken. Bestudeer het eerste gedeelte en **beantwoord vraag 7 en 8**.
- ② Bestudeer de hele grafiek en **beantwoord vraag 9 en 10**.
- ③ Ga naar de plaats waar je denkt dat de grafiek begint, druk op Start om te beginnen met metingen en probeer de grafiek na te maken.
- ④ Als de meting afgelopen is **beantwoord je vraag 11 en 12**.
- ⑤ Selecteer New (druk op **WINDOW**) om een andere nieuwe grafiek weer te geven om na te maken.
- ⑥ Bestudeer de grafiek en **beantwoord vraag 13, 14 en 15**.
- ⑦ Selecteer New (druk op **WINDOW**) en herhaal de activiteit, indien gewenst, of selecteer Main (druk op **TRACE**) om terug te keren naar het hoofdscherm.
- ⑧ Selecteer Quit (druk op **GRAPH**) en OK (druk op **GRAPH**) om de EasyData App te verlaten.

Activiteit 2—De grafiek namaken Naam _____

Metingen

1. Welke natuurkundige grootte staat langs de x-as? _____
Wat is de eenheid? _____ Hoe ver staan de streepjes uit elkaar? _____
Welke natuurkundige grootte staat langs de y-as? _____
Wat is de eenheid? _____ Hoe ver staan de streepjes uit elkaar? _____
2. Hoe ver van de CBR 2™ moet je volgens jou beginnen? _____
3. Ben je te dichtbij, te ver of op de juiste plaats begonnen? _____
4. Moet je vooruit of achteruit lopen voor een gedeelte met een hellingshoek omhoog? _____
Waarom? _____
5. Moet je vooruit of achteruit lopen voor een gedeelte met een hellingshoek omlaag? _____
Waarom? _____
6. Wat moet je doen om een vlak gedeelte te krijgen? _____
Waarom? _____

Verkenning

7. Als je één stap per seconde zet, hoe groot moet die stap dan zijn? _____
8. Als je in plaats daarvan stappen van 1 meter neemt, hoeveel stappen moet je dan doen? _____
9. Bij welk gedeelte moet je het snelst lopen? _____
Waarom? _____
10. Bij welk gedeelte moet je het langzaamst lopen? _____
Waarom? _____
11. Welke andere factoren komen erbij kijken om precies de grafiek na te maken naast de beslissing om vooruit of achteruit te lopen? _____

12. Voor welke natuurkundige grootte staat de hellingshoek van het lijngedeelte? _____
13. Hoeveel meter moet je lopen, in hoeveel seconden, voor het eerste lijngedeelte? _____
14. Zet de waarde in vraag 13 (de snelheid) om in meter/seconde: _____
Converteer naar meter/minuut: _____
Converteer naar meter/uur: _____
Converteer naar kilometer/uur: _____
15. Hoe ver heb je feitelijk gelopen? _____

Activiteit 3—Een snelle glijbaan

opmerkingen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: kwadratisch

De beweging van het omlaag glijden op een glijbaan wordt gebruikt om het concept van veranderende snelheid door wrijving te illustreren.

Apparatuur en accessoires

- ✓ rekenmachine (zie pag. 2 voor verkrijgbare modellen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ rekenmachine-naar-CBR 2™ of I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- ✓ EasyData-toepassing
- ✓ glijbaan

Tips

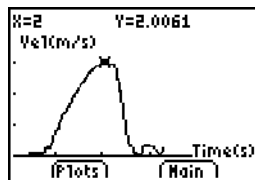
Het gebruik van een speeltuin met verschillende glijbanen heeft de voorkeur in dit experiment. De glijbanen moeten recht zijn. Glijbanen met andere vormen kunnen als uitbreiding gebruikt worden. Om veiligheidsredenen mogen de leerlingen elkaar niet voorbijgaan op de trap van de glijbaan.

U kunt rekenmachines en bewegingsdetectoren in een doos meenemen naar de speeltuin en ze daar uitdelen onder de leerlingen. Herinner de leerlingen eraan dat de bewegingsdetector geen objecten waarneemt die dichterbij liggen dan 15 cm.

Afhankelijk van het type glijbaan kunt u de manier waarop de leerlingen zichzelf opstellen voor het verzamelen van de gegevens aanpassen. Sommige glijbanen hebben een groot platform waarop de leerling met de bewegingsdetector en de leerling met de rekenmachine en interface kunnen staan.

Leerlingen kunnen een stuk gladde stof, zand en andere materialen gebruiken om hun snelheid te vergroten. Om uw leerlingen goed voorbereid te laten zijn, moet u ze van tevoren attenderen op Deel II.

Te verwachten grafieken



Een snelle glijbaan

Te verwachten antwoorden

1. Zie de voorbeeldresultaten.
2. In de voorbeeldresultaten was de snelheid van Deel 2 0,90 m/sec hoger dan de snelheid van Deel 1. Er is een lap stof gebruikt om de wrijving te verlagen en de snelheid te verhogen.
3. De antwoorden zullen variëren. De snelheden zullen verschillend zijn vanwege verschillen als contactoppervlak, gewicht, stroomlijning en het gebruik van materialen met een lage wrijving.
4. De antwoorden zullen variëren.
5. Door de hoogte van de glijbaan te vergroten, zou de snelheid hoger moeten worden.
6. De steen die je vanaf de bovenkant van de glijbaan naar beneden hebt laten vallen, zou de grond het eerst moeten raken, omdat wrijving en de helling van de glijbaan ervoor zorgen dat de rollende steen langzamer gaat.
7. Het horizontale gedeelte aan de onderkant van de glijbaan remt de glijders af en voorkomt ongelukken.

Uitbreidingen

Ontwerp en voer een plan uit om snelheid te meten op een ander speeltoestel.

Houd een wedstrijd om te zien wie in de klas of de groep het snelst van de glijbaan af kan gaan.

Voorbeeld-resultaten

	Snelheid (m/sec)			
	Proef 1	Proef 2	Proef 3	Gemiddelde
Deel 1	1,97	2,02	2,00	2,00
Deel 2	2,80	3,07	2,82	2,90

Je bent vast van jongs af aan vertrouwd met speeltuinen en glijbanen. De zwaartekracht trekt je omlaag langs de glijbaan. De wrijving remt je af. In het eerste deel van dit experiment gebruik je een CBR 2™ om de snelheid te bepalen waarmee je van de glijbaan glijdt. In het tweede deel experimenteer je op verschillende manieren om de snelheid waarmee je van de glijbaan glijdt te verhogen.

Doelen

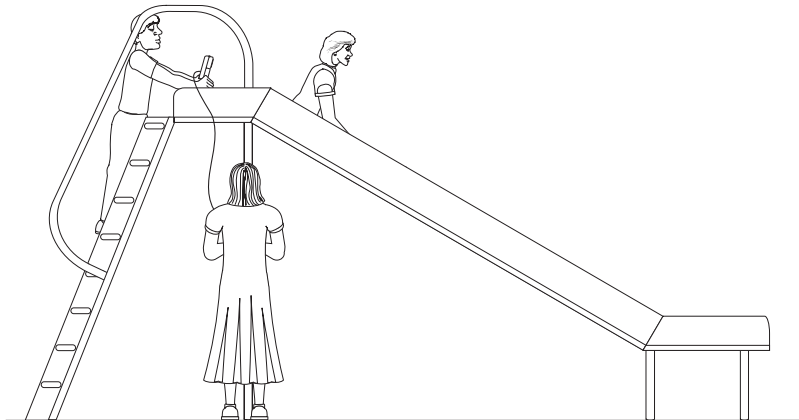
In dit experiment ga je:

- een CBR 2™ gebruiken om de snelheid te bepalen waarmee je van de glijbaan glijdt
- experimenteren met manieren om die snelheid te verhogen
- je resultaten toelichten

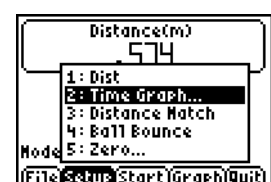
Gegevensverzameling, Deel 1, Glijnsnelheid

- ❶ Sluit de CBR 2™ aan op de rekenmachine met behulp van een geschikte kabel (zie onder) en druk de aansluitingen stevig aan.
 - Gebruik bij een TI-83 Plus een I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
 - Gebruik bij een TI-84 Plus een Standaard-B naar Mini-A USB-kabel (rekenmachine-naar-CBR 2™)
- ❷ Druk op de rekenmachine op **[APPS]** en selecteer EasyData om de EasyData App te starten.

Opmerking: EasyData wordt automatisch gestart als de CBR 2™ is aangesloten op een TI-84 Plus met een rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel.



- ❸ Stel de rekenmachine als volgt in voor het verzamelen van gegevens:
 - a. Selecteer Setup (druk op **[WINDOW]**) om het Setup-menu te openen.
 - b. Druk op 2 om 2: Time Graph te selecteren om het scherm Time Graph Settings te openen.



Activiteit 3—Een snelle glijbaan (verv.)

kwadratische functie

- c. Selecteer Edit (druk op **ZOOM**) om het dialoogvenster Sample Interval te openen.
- d. Voer 0,2 in om de tijd tussen de metingen in seconden in te stellen.
- e. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om door te gaan naar het dialoogvenster Number of Samples.
- f. Voer 25 in om het aantal metingen in te stellen. De gegevensverzameling duurt 5 seconden.
- g. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om een samenvatting van de nieuwe instellingen weer te geven.
- h. Selecteer OK (druk op **GRAPH**) om terug te keren naar het hoofdscherm.

```
Sample Interval
Enter time between
samples in seconds:
0.2
(Back) (Next) (Cancel)
```

```
Number of Samples
Enter total number of
samples to collect:
25
(Back) (Next) (Cancel)
```

```
Time Graph Settings
Sample Interval (s):
0.2
Number of Samples:
25
Experiment Length (s):
5
(Edit) (Cancel) (OK)
```

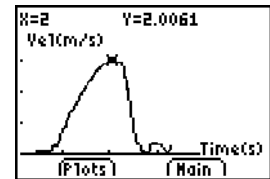
4. Neem je eerste gegevensverzamelingsposities in.
 - a. Eén lid van de groep moet het eerst omhoog klimmen en aan de bovenkant van de glijbaan gaan zitten.
 - b. Een tweede persoon, die de CBR 2™ vasthoudt, moet hoog genoeg klimmen om de CBR 2™ achter de persoon te houden die naar beneden gaat glijden.
 - c. De derde persoon moet naast de glijbaan gaan staan, terwijl hij of zij de rekenmachine en de interface vasthoudt.
5. Neem je uiteindelijke gegevensverzamelingsposities in.
 - a. De persoon die gaat glijden, moet genoeg naar voren gaan zodat er een afstand van 15 cm tussen zijn of haar rug en de CBR 2™ is.
 - b. De persoon die de CBR 2™ vasthoudt, moet de CBR 2™ stil houden en deze op de rug van de glijdende persoon richten.
 - c. De persoon die de rekenmachine en interface vasthoudt, moet naar een comfortabele positie gaan, waardoor er niet getrokken wordt aan de CBR 2™ kabel.
6. Verzamel gegevens.
 - a. Selecteer Start (druk op **ZOOM**) om te beginnen met het verzamelen van gegevens.
 - b. De glijdende persoon moet van de glijbaan afgaan zodra het klikkende geluid te horen is.
 - c. Wanneer de gegevensverzameling voor deze proef klaar is, moet de persoon met de CBR 2™ naar beneden komen.

Let op: zorg ervoor dat leerlingen elkaar niet in de weg zitten op de trap.

Activiteit 3—Een snelle glijbaan (verv.)

kwadratische functie

- 7 Bepaal de snelheid van de glijdende persoon.
- Nadat de gegevensverzameling gestopt is en een grafiek van afstand vs. tijd is weergegeven, selecteer je Plots (druk op **WINDOW**).
 - Druk op 2 om 2: Vel vs Time te selecteren, om snelheid vs. tijd weer te geven.
 - Gebruik **▸** om punten op de grafiek te onderzoeken. Als je de cursor naar rechts en naar links verplaatst, worden de waarden voor tijd (X) en snelheid (Y) boven ieder punt in de grafiek weergegeven. Het hoogste punt in de grafiek correspondeert met de hoogste snelheid van de glijder. Noteer deze hoogste snelheid in de tabel. Rond af op de dichtstbijzijnde 0,01 m/s. (In het voorbeeld rechts is de hoogste snelheid 2,00 m/s.)
 - Selecteer Main (druk op **TRACE**) om terug te keren naar het hoofdscherm.
- 8 Herhaal de stappen 4–7 nog twee keer.



Activiteit 3—Een snelle glijbaan

Naam _____

Gegevensverzameling, Deel 2, Een snellere glijbaan

1. Ontwerp een plan om de snelheid van de glijder te verhogen.
 - a. Probeer enkele ideeën uit om de snelheid van de glijder te verhogen. Je mag geen materialen gebruiken die daarna weggewassen moeten worden.
 - b. Besluit tot een plan dat de snelheid van de glijder het best verhoogt.
 - c. Beschrijf je plan in het Plan voor een snellere glijbaan hieronder.
2. Test je plan met behulp van Deel 1, Stap 4–8.

Plan voor een snellere glijbaan

Gegevens

	Snelheid (m/sec)			
	Proef 1	Proef 2	Proef 3	Gemiddelde
Deel 1				
Deel 2				

Gegevensverwerking

1. Bereken de gemiddelde snelheid voor je drie proeven in Deel 1. Noteer het gemiddelde in de daarvoor bestemde ruimte in de tabel. Bereken en noteer de gemiddelde snelheid voor Deel 2.
2. Trek de gemiddelde snelheid van Deel 1 af van de gemiddelde snelheid van Deel 2 om te bepalen hoe de snelheid van je team is verhoogd.
3. Welke methoden hebben andere groepen gebruikt om hun snelheid te verhogen?

Activiteit 3—Een snelle glijbaan (verv.)

4. Welke methodes hebben het best gewerkt? Leg uit waarom ze het best gewerkt hebben.

5. Als je de hoogte van de glijbaan zou kunnen verhogen, hoe zou dit dan van invloed zijn op de snelheid van de glijder?

6. Als je een steen vanaf de bovenkant van de glijbaan zou laten vallen, tegelijk met een zelfde steen die van de glijbaan afgerold zou worden, welke steen zou dan het eerst beneden zijn? Licht toe.

7. Wat is het doel van het horizontale gedeelte aan de onderkant van veel glijbanen?

Concepten

Te verkennen functie: kwadratische functie.

Concepten uit de werkelijkheid zoals vrij vallende en stuiterende voorwerpen, zwaartekracht en eenparige versnelling zijn voorbeelden van **kwadratische** functies. Deze activiteit onderzoekt de waarden van hoogte, tijd en de coëfficiënt A in de kwadratische vergelijking, $Y = A(X - H)^2 + K$, die het gedrag van een stuiterende bal beschrijft.

Apparatuur en accessoires

- ✓ rekenmachine (zie pag. 2 voor verkrijgbare modellen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ rekenmachine-naar-CBR 2™ of I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- ✓ EasyData-toepassing
- ✓ grote speelbal (20 cm)
- ✓ TI ViewScreen™ (optioneel)

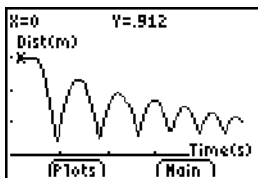
Aanwijzingen

Deze activiteit kan het beste uitgevoerd worden met twee leerlingen: één houdt de bal vast en de ander kiest Start op de rekenmachine.

Zie pagina 6–9 voor tips over goede metingen.

De grafiek moet eruit zien als een stuiterende bal. Zo niet, dan moet de meting worden herhaald, waarbij je controleert of de CBR 2™ loodrecht op de bal is gericht. Een grote bal is aan te bevelen.

Te verwachten grafieken



Verkenning

Nadat een voorwerp is losgelaten, werkt de zwaartekracht erop (waarbij de luchtweerstand wordt verwaarloosd). Dus hangt A af van de versnelling door de zwaartekracht, $-9,8$ meter/seconde². Het minteken geeft aan dat de versnelling omlaag gericht is.

De waarde van A is ca. de helft van de versnelling door de zwaartekracht, of -4.9 meter/seconde².

Te verwachten antwoorden

1. tijd (vanaf het begin van de meting); seconden; hoogte / afstand van de bal boven de grond; meter
2. starthoogte van de bal boven de grond (de pieken staan voor de maximale hoogte van elke stuitering); de grond staat voor $y = 0$.
3. De Afstand-tijd grafiek bij deze activiteit geeft niet de afstand vanaf de CBR 2™ tot de bal weer.

Ball Bounce draait de afstandsgegevens om zodat de grafiek beter overeenkomt met de waarneming van leerlingen van het gedrag van de bal. $y = 0$ is in de grafiek in feite het punt waar de bal zich het verst van de CBR 2™ bevindt, wanneer de bal de grond raakt.

4. Leerlingen dienen zich ervan bewust te zijn dat de x -as de tijd voorstelt en niet de horizontale afstand.
7. Het diagram voor $A = 1$ is zowel geïnverteerd als breder dan de grafiek.
8. $A < -1$
9. parabool holle kant omhoog; holle kant omlaag; lineair
12. hetzelfde; wiskundig staat coëfficiënt A voor de mate van kromming van de parabool; natuurkundig hangt A af van de versnelling door de zwaartekracht, die tijdens de hele proef constant blijft.

Vervolgverkenning

De stuiterhoogte van de bal (maximale hoogte voor een gegeven stuitering) is bij benadering:

$$y = hp^x, \text{ waarbij}$$

- y de stuiterhoogte is
- h de hoogte is waarvan de bal wordt losgelaten
- p een constante is die afhangt van de fysieke kenmerken van de bal en de oppervlakte van de grond
- x is het volgnummer van de stuitering

Bij een gegeven bal en beginhoogte neemt de stuiterhoogte exponentieel af bij elke opeenvolgende stuitering. Wanneer $x = 0$, is $y = h$, dus staat de overeenkomende waarde van y voor de beginhoogte.

Ambitieuze leerlingen kunnen de coëfficiënten in deze vergelijking uitzoeken op grond van de verzamelde gegevens. Herhaal de activiteit voor verschillende beginhoogten of met een andere bal of op een andere oppervlakte.

Nadat er handmatig een "fit" van de kromme is uitgevoerd, kunnen leerlingen de regressie-analyse gebruiken om de functie te zoeken die het beste model van de gegevens oplevert. Ga te werk volgens de bedieningsinstructies van de rekenmachine voor het uitvoeren van een kwadratische regressie op list L1 en L2.

Uitbreidingen

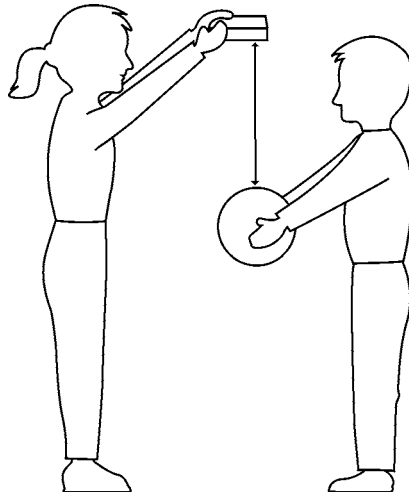
Integreer onder de Snelheid-Tijd grafiek; dit geeft de verplaatsing (netto afgelegde afstand) voor een willekeurig gekozen tijdsinterval. N.B.: de verplaatsing is nul voor elke volledig uitgevoerde stuitering (de bal begint en eindigt op de grond).

Activiteit 4—Stuiterende bal kwadratische functie

Meting

- 1 Begin met stuiteren bij wijze van test. Laat de bal vallen (niet gooien).

Tips: Plaats de CBR 2™ tenminste 0,5 meter boven de hoogte van de hoogste stuitering. Houd de sensor rechtstreeks boven de bal en zorg ervoor dat zich niets in de *clear zone* bevindt (zie pagina 7).



- 2 Start de EasyData App
 - 3 Kies uit het Setup-menu 4:Ball Bounce, en selecteer vervolgens Start (druk op **ZOOM**).
- Er worden algemene instructies weergegeven. Ball Bounce stelt de instellingen automatisch in.
- 4 Laat één persoon de rekenmachine en de CBR 2™ vasthouden, terwijl een andere persoon de bal onder de sensor houdt.
 - 5 Selecteer Start (druk op **ZOOM**). Wanneer de CBR 2™ begint te klikken, laat je de bal los, en stap je terug. (Ga, als de bal opzij stuitert, mee zodat de CBR 2™ recht boven de bal blijft, maar zorg ervoor dat de hoogte van de CBR 2™ **niet** verandert.)
 - 6 Wanneer het klikken stopt, worden de verzamelde gegevens naar de rekenmachine overgezonden en verschijnt er een grafiek van afstand vs. tijd.
 - 7 Als de grafiek er niet goed uitziet, selecteer dan Main, Start, Start om de proef te herhalen. Bestudeer de grafiek. **Beantwoord vraag 1 en 2 op het werkblad.**
 - 8 Let op: Ball Bounce heeft automatisch de afstandsgegevens omgedraaid. **Beantwoord vraag 3 en 4.**

Activiteit 4—Stuiterende bal (verv.)

kwadratische functie

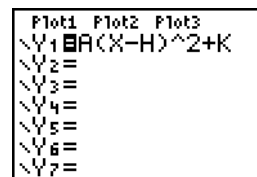
Verkenning

De Afstand-tijd grafiek van de stuitering heeft de vorm van een parabool.

- De grafiek staat in de TRACE-modus. Druk op \square om de top van de eerste goede stuitering, een mooie vorm zonder veel extra ruis, te bepalen. **Beantwoord vraag 5** op het werkblad.

- Selecteer Main om terug te keren naar het hoofdscherm. Kies Quit.

- De formule voor de top van de kwadratische vergelijking, $Y = A(X - H)^2 + K$, past bij deze analyse. Druk op \square . Schakel in de Y= editor, eventueel geselecteerde functies uit. Vul de formule voor de top van de kwadratische vergelijking: $Yn=A*(X-H)^2+K$.



```
Plot1 Plot2 Plot3
Y1 = A(X-H)^2+K
Y2 =
Y3 =
Y4 =
Y5 =
Y6 =
Y7 =
```

Opmerking: als je de Transformation Graphing App geïnstalleerd hebt op je rekenmachine, kun je dit veel makkelijker doen door de coëfficiëntwaarden te veranderen op het grafiekscherm.

- Sla in het Home scherm de waarde op die je in vraag 5 voor de hoogte hebt vastgesteld, in variabele K ; sla de tijd die ermee overeenkomt op in variabele H ; sla 1 op in variabele A .

Bijvoorbeeld: druk op 4 \square \square ALPHA \square K \square ENTER, 2.5 \square \square ALPHA \square H \square ENTER, 1 \square \square ALPHA \square A \square ENTER om $K=4$, $H=2.5$ en $A=1$ in te stellen.

- Druk op \square om het diagram weer te geven. **Beantwoord vraag 6 en 7.**
- Probeer $A = 2, 0, -1$. Vul het eerste deel van de tabel in vraag 8 in en beantwoord vraag 9.
- Kies eigen waarden voor A totdat er een goede match ontstaat voor de grafiek. Leg jouw keuzes voor A vast in de tabel in vraag 8.
- Herhaal de activiteit, maar kies nu de laatste (rechter) volledige stuitering. **Beantwoord vraag 10, 11 en 12.**

Vervolgverkenning

- Herhaal de meting, maar kies niet één enkele parabool.
- Leg de tijd en hoogte van elke opeenvolgende stuitering vast.
- Bepaal de verhouding tussen de hoogten van elke opeenvolgende stuitering.
- Leg de betekenis (voorzover aanwezig) van deze verhouding uit.

Activiteit 4—Stuiterende bal

Naam _____

Meting

1. Voor welke natuurkundige grootte staat de x-as? _____
Wat zijn de eenheden? _____
Voor welke natuurkundige grootte staat de y-as? _____
Wat zijn de eenheden? _____
2. Waarvoor staat het hoogste punt van de grafiek? _____
En het laagste punt? _____
3. Waarom heeft het Ball Bounce App de grafiek omgedraaid? _____
4. Waarom lijkt het in de grafiek alsof de bal over de grond is gestuiterd? _____

Verkenning

5. Bepaal de maximale hoogte en bijbehorende tijd voor de eerste volledige stuitering. _____
6. Kwam de grafiek voor $A = 1$ overeen met je grafiek van de gegevens van de eerste volledige stuitering? _____
7. Waarom of waarom niet? _____
8. Vul onderstaande tabel in.

A	Vergelijk de uitgezette meetwaarden met de grafiek van Y_n , wat valt je op?
1	
2	
0	
-1	

9. Waarop duidt een positieve waarde voor A ? _____
Waarop duidt een negatieve waarde voor A ? _____
Waarop duidt een waarde nul voor A ? _____
10. Leg de maximale hoogte en overeenkomstige tijd voor de laatste volledige stuitering vast. _____
11. Denk je dat A groter of kleiner is bij de laatste stuitering? _____
12. Wat levert de vergelijking van waarden van A op? _____
Waarvoor denk je dat A zou kunnen staan? _____

Activiteit 5—Rollende bal

aantekeningen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: kwadratische functie.

Het plotten van een bal die van een helling, met diverse hellingshoeken, afrolt, levert een reeks krommen op, die kunnen worden weergegeven door een reeks kwadratische vergelijkingen. Deze activiteit onderzoekt de waarden van de coëfficiënten in de kwadratische vergelijking,

Apparatuur en accessoires

- ✓ rekenmachine (zie pag. 2 voor verkrijgbare modellen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ rekenmachine-naar-CBR 2™ of I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel
- ✓ EasyData-toepassing
- ✓ grote speelbal (20 cm)
- ✓ lange helling (tenminste 2 meter—een lichtgewicht plaat voldoet goed)
- ✓ geodriehoek om de hoek te meten
- ✓ boeken als ondersteuning voor de helling
- ✓ TI ViewScreen™ (optioneel)

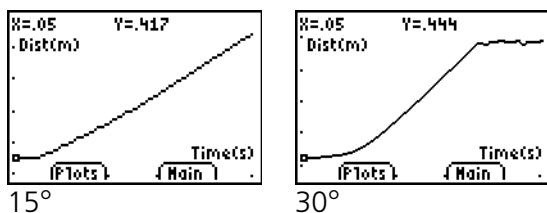
Aanwijzingen

Bespreek hoe de hoek van helling gemeten kan worden. Laat de leerlingen creatief zijn bij het meten van de beginhoek. Ze kunnen bijvoorbeeld een goniometrische berekening of opgevouwen papier gebruiken.

Voor steilere hoeken (groter dan 60°) kunt u een CBR 2™-klem gebruiken (apart verkrijgbaar).

Zie pagina 6–9 voor tips over goede metingen.

Te verwachten grafieken



Te verwachten antwoorden

1. de derde grafiek
2. tijd; seconden; afstand van het voorwerp vanaf CBR 2™; meter

3. verschillend (moet zijn de helft van een parabool, holle kant omhoog)
4. een parabool (kwadratisch)
5. verschillend
6. verschillend (moet zijn parabool met toenemende kromming)
7. 0° is vlak (de bal kan niet rollen); 90° is gelijk aan een bal in vrije val

Verkenning

De beweging van een lichaam waarop alleen de zwaartekracht werkt, is een populair onderwerp bij een natuurwetenschappelijke studie. Zo'n beweging wordt meestal uitgedrukt door een specifieke vorm van de kwadratische vergelijking

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_i t + s_i \text{ waarbij}$$

- s de positie is van een voorwerp op tijd t
- a de versnelling ervan is
- v_i de beginsnelheid ervan is
- s_i de beginpositie ervan is

In de kwadratische vergelijking $y = ax^2 + bx + c$, staat y voor de waarde van de afstand vanaf de CBR 2™ tot de bal op tijd x als de beginpositie van de bal c was, de beginsnelheid b was en versnelling $2a$ is.

Vervolgverkenning:

Aangezien de bal in rust is bij het loslaten, zou b dicht bij nul moeten liggen bij elke poging. c zou de beginafstand moeten benaderen, nl. 0,5 meter. a neemt toe naarmate de hellingshoek toeneemt.

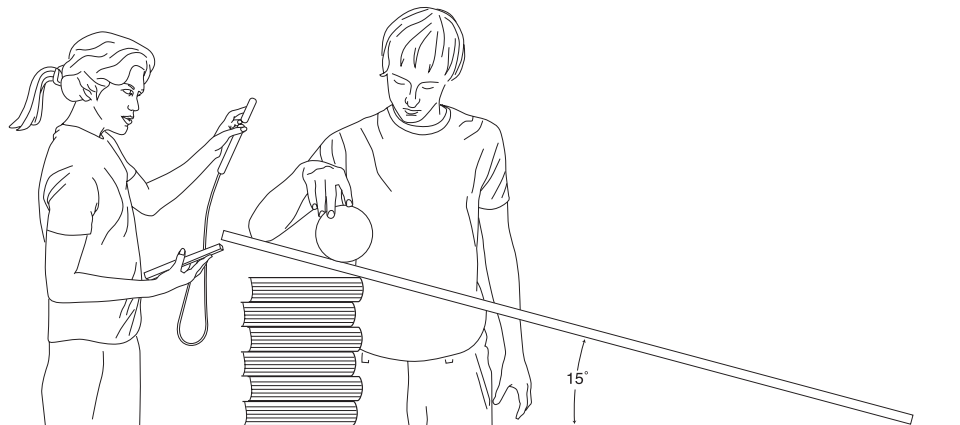
Als leerlingen handmatig een fit voor de vergelijking $y = ax^2 + bx + c$ zoeken, moet u misschien aanwijzingen geven voor de waarden van b en c . U kunt hen ook opdragen een kwadratische regressie op lijst L1, L2 te maken met behulp van hun rekenmachines. De versnelling van de bal is te danken aan de zwaartekracht. Dus, hoe steiler de helling (d.w.z. hoe groter de hellingshoek), des te groter wordt de waarde van a . a is maximaal als $\theta = 90^\circ$, en minimum bij $\theta = 0^\circ$. In wezen is a evenredig met de sinus van θ .

Meting

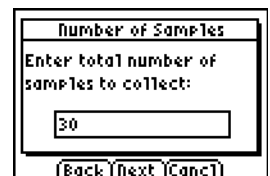
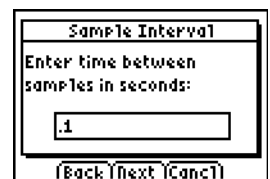
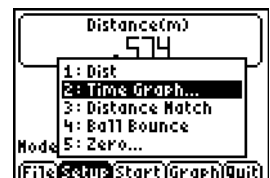
- 1 **Beantwoord vraag 1 op het werkblad.** Gebruik de geodriehoek om de helling op 15° in te stellen. Leg de CBR 2™ op de helling en klap de sensorkop om, zodat deze loodrecht op de helling staat.

Maak een merkteken op de helling, op 15 centimeter van de CBR 2™. Laat één leerling de bal op dit punt vasthouden, terwijl een tweede leerling de rekenmachine en de CBR 2™ vasthoudt.

Tips: Richt de sensor rechtstreeks op de bal en zorg ervoor dat zich niets in de *clear zone* bevindt (zie pagina 7).



- 2 Start de EasyData App.
- 3 Stel de rekenmachine als volgt in voor het verzamelen van gegevens:
 - a. Selecteer Setup (druk op **WINDOW**) om het Setup-menu te openen.
 - b. Druk op 2 om 2: Time Graph te selecteren om het scherm Time Graph Settings te openen.
 - c. Selecteer Edit (druk op **ZOOM**) om het dialoogvenster Sample Interval te openen.
 - d. Voer 0,1 in om de tijd in seconden tussen de metingen in te voeren.
 - e. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om door te gaan naar het dialoogvenster Number of Samples.
 - f. Voer 30 in om het aantal metingen in te stellen. Gegevensverzameling duurt 3 seconden.



Activiteit 5—Rollende bal (verv.) kwadratische functie

- g. Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om een samenvatting van de nieuwe instellingen weer te geven.
- h. Selecteer OK (druk op **GRAPH**) om terug te keren naar het hoofdscherm.

Time Graph Settings	
Sample Interval (s):	1
Number of Samples:	30
Experiment Length (s):	3
[Edit] [Cancel] [OK]	

- ④ Wanneer de instellingen correct zijn, kies je Start (druk op **ZOOM**) om met proefnemen te beginnen.
- ⑤ Laat, wanneer je een klikgeluid hoort, de bal onmiddellijk los (zonder duwen) en doe een stap achteruit.
- ⑥ Nadat de meting voltooid is, wordt de Afstand-tijd grafiek automatisch weergegeven. *Beantwoord vraag 2, 3, 4 en 5.*

Verkenning

Onderzoek wat er gebeurt bij verschillende hellingshoeken.

- ① Voorspel wat er gebeurt als de hellingshoek toeneemt. *Beantwoord vraag 6.*
- ② Stel de hellingshoek in op 30° . Herhaal stap 2 t/m 6. Voeg *deze grafiek toe aan de tekening bij vraag 6, met het label 30° .*
- ③ Herhaal stap 2 t/m 6 voor hellingshoeken van 45° en 60° en voeg deze toe aan de tekening.
- ④ *Beantwoord vraag 7.*

Vervolgverkenning

Stel de tijdwaarden zó in dat $x = 0$ voor de beginhoogte (de tijd waarop de bal werd losgelaten). Je kunt dit handmatig doen door de x-waarde van het eerste punt van alle punten op de grafiek af te trekken, of je kunt invoeren $L1(1) \rightarrow A:L1 - A \rightarrow L1$.

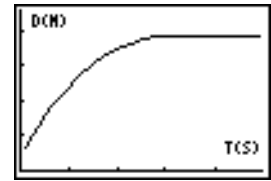
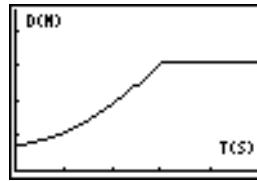
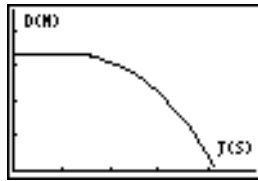
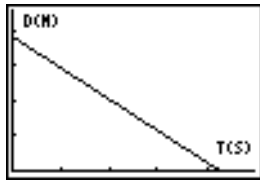
- ① Bereken de waarden van a , b en c voor de familie van krommen in de formule $y = ax^2 + bx + c$ bij 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 90° .
- ② Wat zijn de minimale en maximale waarden van a ? Waarom?
- ③ Geef de wiskundige relatie tussen a en de hellingshoek.

Activiteit 5—Rollende bal

Naam _____

Meting

1. Welk van de onderstaande illustraties geeft volgens jou het beste de *Afstand-tijd* grafiek van een bal weer die van een helling afrolt?



2. Welke natuurkundige grootte geeft de x-as weer? _____

Wat zijn de eenheden? _____

Welke natuurkundige grootte geeft de y-as weer? _____

Wat zijn de eenheden? _____

3. Maak een schets van de grafiek zoals die er echt uitziet. Maak een schaalindeling langs de assen. Markeer de punten waarop de bal losgelaten werd en waar deze het einde van de helling bereikte.

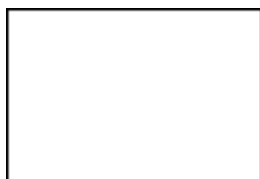


4. Welk type functie past bij deze grafiek, tussen de twee punten die je gemarkeerd hebt? _____

5. Bespreek hoe je begrip is veranderd tussen het diagram gekozen bij vraag 1 en de kromme die je bij in vraag 3 hebt geschetst. _____

Verkenning

6. Maak een schets van hoe de grafiek er volgens jou uitziet bij een grotere hellingshoek. (Vermeld hierbij *prognose*.)



7. Maak een schets van de bij 0° en 90° en vermeld deze hellingshoeken erbij:



Hoe zou uw les kunnen veranderen door CBR 2™?

CBR 2™ is een gemakkelijk te gebruiken systeem met functies die u helpen om de CBR 2™ snel en gemakkelijk te integreren in uw lesplan.

CBR 2™ biedt aanzienlijke verbeteringen ten opzichte van andere methodes voor het verzamelen van gegevens, die u misschien in het verleden hebt gebruikt. Dit kan op zijn beurt leiden tot een herstructurering van het gebruik van de lestijd, omdat uw leerlingen enthousiaster worden voor het gebruik van gegevens uit reële situaties.

- U zult constateren dat uw leerlingen zich meer betrokken gaan voelen tot de gegevens omdat zij werkelijk deelnemen aan het verzamelen ervan in plaats van gegevens uit boeken, tijdschriften of statische overzichten te halen. Dit maakt ze duidelijk dat de concepten die u tijdens de les onderzoekt, te maken hebben met de werkelijkheid en niet slechts abstracte ideeën zijn. Maar dit houdt ook in dat elke leerling aan de beurt wil komen bij het verzamelen van de gegevens.
- Het verzamelen van gegevens met de CBR 2™ is aanzienlijk effectiever dan het maken van scenario's en handmatig meten met een meetlat en een stopwatch. Aangezien meer metingen een grotere resolutie opleveren en aangezien een ultrasone afstandssensor zeer nauwkeurig is, is de vorm van de krommen sneller duidelijk. U hebt minder tijd nodig voor het verzamelen van gegevens en hebt meer tijd voor analyse en verkenning.
- Met CBR 2™ kunnen leerlingen de herhaalbaarheid van waarnemingen en variaties bij "wat-als" scenario's verkennen. Vragen zoals "Is het dezelfde parabool als we de bal van een grotere hoogte laten vallen?" en "Is de parabool dezelfde bij de eerste keer dat de bal stuitert en bij de laatste keer?" worden natuurlijke en waardevolle uitbreidingen.
- De kracht van visuele afbeeldingen stelt leerlingen in staat, snel de geplote gegevens te associëren met de natuurkundige eigenschappen en wiskundige functies die de gegevens beschrijven.

Andere veranderingen treden op nadat de gegevens uit de werkelijkheid zijn verzameld. Met CBR 2™ kunnen uw leerlingen onderliggende relaties zowel numeriek als grafisch verkennen.

Gegevens grafisch verkennen

Het gebruik van automatisch gegenereerde grafieken met afstand, snelheid en versnelling in relatie tot tijd voor verkenningen zoals:

- Wat is de natuurkundige betekenis van de bijbehorende y-waarde? de bijbehorende x-waarde? de hellingshoek? het maximum? het minimum? de afgeleiden? de integralen?
- Hoe herkennen we de functie (lineair, kwadratisch, etc.) die de grafiek voorstelt?
- Hoe zouden we een model van de gegevens maken met een representatieve functie? Wat is de betekenis van de afzonderlijke coëfficiënten in de functie (bijv. $AX^2 + BX + C$)?

Gegevens numeriek verkennen

Uw leerlingen kunnen gebruik maken van statistische methodes (gemiddelde, mediaan, standaarddeviatie, enz.) die past bij hun niveau, om de numerieke gegevens te verkennen. Als u de EasyData App verlaat, herinnert een prompt u aan de lijsten waarin (L1), afstand (L2), snelheid (L3) en versnelling (L4) zijn opgeslagen.

CBR 2™ grafieken—het verband tussen de fysieke wereld en wiskunde

De grafieken die op basis van de verzamelde gegevens door EasyData zijn gemaakt, zijn een visuele weergave van de relaties tussen de natuurkundige en wiskundige omschrijvingen van beweging. Leerlingen hebben aanmoediging nodig om de vorm van de grafiek te herkennen, analyseren en bespreken in termen van zowel natuurkunde als die van wiskunde. Extra dialoog en ontdekkingen zijn mogelijk als er functies worden ingevoerd in de Y= editor en weergegeven met de grafieken.

Het is interessant om de leerlingen dezelfde berekeningen als de CBR 2™ te laten uitvoeren.

1. Verricht metingen. Verlaat de EasyData App.
2. Gebruik de tijden in L1 in combinatie met de afstand in L2 om de snelheid van het object bij iedere meting te bepalen. Vergelijk de resultaten met de snelheidsgegevens in L3.

$$L3_n = \frac{(L2_{n+1} + L2_n)/2 - (L2_n + L2_{n-1})/2}{L1_{n+1} - L1_n}$$

3. Gebruik de snelheidsgegevens in L3 (of de door de leerling berekende waarden) in combinatie met de tijden in L1 om de versnelling van het object bij iedere meting te bepalen. Vergelijk de resultaten met de versnellingsgegevens in L4.
- Een *Afstand-tijd grafiek* stelt de positie (bij benadering) van een voorwerp voor (afstand vanaf de CBR 2™) op elk moment wanneer een meting wordt genomen. de y-as wordt in meters uitgedrukt; de x-as wordt in seconden uitgedrukt.
 - Een *Snelheid-tijd grafiek* geeft de snelheid (bij benadering) van een voorwerp weer (ten opzichte van en in de richting van de CBR 2™) op elk moment wanneer een meting wordt verricht. De y-as wordt in meter/seconde uitgedrukt; de x-as wordt in seconden uitgedrukt.
 - Een *Versnelling-tijd grafiek* geeft de mate van verandering van snelheid van een voorwerp (ten opzichte van en in de richting van de CBR 2™) op elk moment wanneer een meting wordt verricht. De y-as wordt in meter/seconde² uitgedrukt; de x-as wordt in seconden uitgedrukt.
 - De *eerste afgeleide* (helling van het moment) is op elk punt van de Afstand-tijd grafiek de snelheid op dat moment.
 - De *eerste afgeleide* (helling van het moment) is op elk punt van de Snelheid-tijd grafiek de versnelling op dat moment. Dit is ook de tweede afgeleide op elk punt van de Afstand-tijd grafiek.
 - Een *bepaalde integraal* (oppervlakte onder de grafiek tussen twee gegeven punten) op de Snelheid-tijd grafiek is gelijk aan de verplaatsing (netto afgelegde afstand) door het voorwerp gedurende dat tijdsinterval.

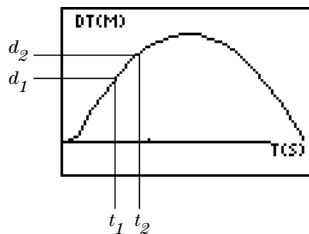
Informatie voor de docent (verv.)

- *Snelheid* en *snelheidsvector* kunnen gemakkelijk met elkaar worden verward. Dit zijn afzonderlijke, maar met elkaar verband houdende, grootheden. Snelheid kan op een *schaal* worden uitgedrukt; er is een grootte maar geen specifieke richting aan verbonden, bijv. "6 meter per seconde." Snelheidsvector is een *vector*; deze heeft een specifieke richting en een grootte, bijv. "6 meter per seconde richting Noord."

Een gemiddelde CBR 2™ Snelheid-tijd grafiek geeft in feite de snelheid weer, niet de snelheidsvector. Alleen de grootte (die positief, negatief of nul kan zijn) wordt gegeven. Richting wordt slechts geïmpliceerd. Een positieve waarde voor de snelheid geeft aan dat de beweging van de CBR 2™ af gaat; een negatieve waarde geeft aan dat de beweging naar de CBR 2™ toe gaat.

CBR 2™ meet afstand slechts langs een lijn vanaf de detector. Daardoor wordt, als een voorwerp zich met een hoek op deze lijn beweegt, slechts de component van de snelheid parallel aan deze lijn berekend. Een voorwerp dat zich bijvoorbeeld loodrecht op de lijn vanaf de CBR 2™ beweegt, zal met snelheid 0 worden waargenomen.

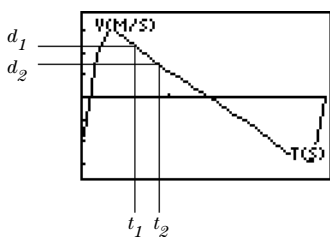
De wiskunde van afstand, snelheid en versnelling



Afstand-tijd grafiek

$$V_{\text{gemiddeld}} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{hellingshoek van Afstand-tijd grafiek}$$

$$V_{\text{momentaan}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \quad \text{waarbij } s = \text{afstand}$$



Snelheid-Tijd grafiek

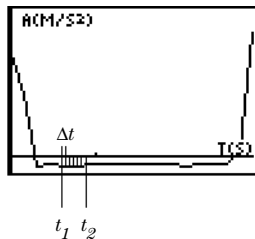
$$A_{\text{gemiddeld}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{hellingshoek van Snelheid-tijd grafiek}$$

$$A_{\text{momentaan}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right) = \frac{dv}{dt}$$

Informatie voor de docent (verv.)

De oppervlakte onder de Snelheid-tijd grafiek van t_1 tot $t_2 = \Delta d = (d_2 - d_1) =$ verplaatsing van t_1 tot t_2 (netto afgelegde afstand).

$$\text{Daarom is } \Delta d = \left(\sum_{t=1}^{t=2} v(\Delta t) \right) \text{ of } \Delta d = \int_{t=1}^{t=2} v(dt)$$



Versnelling-Tijd grafiek

Web-site informatiebronnen

Op onze web site, education.ti.com, vindt u:

- een opsomming van aanvullend materiaal voor gebruik met CBR 2™, CBL en TI grafische rekenmachines
- een activiteitenpagina met toepassingen, ontwikkeld voor en door docenten zoals u
- CBR 2™ programma's die toegang bieden tot extra CBR 2™ functies
- meer gedetailleerde informatie over CBR 2™-instellingen en programmeercommando's

Extra informatiebronnen

De *Explorations* boeken van Texas Instruments bevatten extra materiaal dat verband houdt met TI grafische rekenmachines, waaronder boeken met activiteiten in de klas voor CBR 2™, geschikt voor middelbare school, HBO- en universitair onderwijs.

CBR 2™-gegevens worden opgeslagen in lijsten

Verzamelde gegevens worden opgeslagen in de lijsten L1, L2, L3 en L4

Tijdens het verzamelen van gegevens zendt de CBR 2™ deze automatisch naar de rekenmachine, waar deze in lijsten worden opgeslagen. Telkens wanneer u de EasyData App verlaat, wordt u eraan herinnerd waar de gegevens zijn opgeslagen.

- L1 bevat gegevens over tijd.
- L2 bevat gegevens over afstand.
- L3 bevat gegevens over snelheid.
- L4 bevat gegevens over versnelling.

Het vijfde element in lijst L1 is bijvoorbeeld de waarde van de tijd toen het 5de meetpunt werd verzameld en het vijfde element in lijst L2 is de waarde van de afstand van het vijfde meetpunt.

De lijsten met gegevens gebruiken

De lijsten worden niet verwijderd wanneer u de EasyData App verlaat. Daardoor blijven deze beschikbaar voor extra grafische, statistische en numerieke verkenning en analyses.

U kunt de lijsten tegen elkaar afzetten en plotten, deze in de list editor weergeven, regressie-analyse toepassen evenals andere analytische activiteiten uitvoeren. U kunt bijvoorbeeld gegevens verzamelen van een leerling die van de CBR 2™ af loopt. Met behulp van de manual-fit lineaire regressie van de TI-84 Plus kunt u de leerlingen een lijn laten vinden die het best past.

EasyData instellingen

EasyData instellingen wijzigen

EasyData geeft de meest gebruikte instellingen weer voordat het verzamelen van gegevens begint.

- 1 Kies in het hoofdscherm in de EasyData App Setup > 1: Dist of 2: Time Graph. De huidige instellingen worden weergegeven op de rekenmachine.

Opmerking: instellingen voor Distance Match en Ball Bounce in het Setup-menu zijn vast ingesteld en kunnen niet worden veranderd.

- 2 Selecteer Next (druk op **ZOOM**) om naar de instelling te gaan die u wilt veranderen
- 3 Herhaal dit om door de beschikbare opties te lopen. Wanneer de optie correct is, selecteer dan Next om naar de volgende optie te gaan.
- 4 Om een instelling te veranderen, voert u 1 of 2 cijfers in, en selecteert u Next.
- 5 Wanneer alle instellingen juist zijn, selecteert u OK (druk op **GRAPH**) om terug te keren naar het hoofdscherm.

De instellingen blijven van kracht, tenzij u ervoor kiest om EasyData naar de standaardinstellingen terug te zetten, een toepassing te starten of een andere activiteit te starten waardoor de instellingen veranderd worden. Als u L5 manipuleert buiten de EasyData App of L5 wist, worden de standaardinstellingen mogelijk hersteld de volgende keer dat u EasyData start.

De EasyData instellingen terugzetten op de standaardwaarden

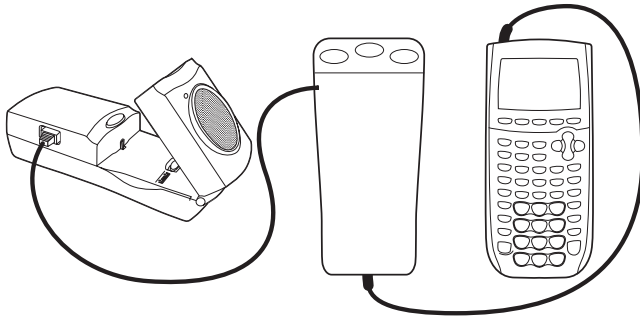
De standaardinstellingen zijn geschikt voor een groot aantal meetsituaties. Als u niet zeker weet wat de beste instellingen zijn, kunt u beginnen met de standaardinstellingen en deze vervolgens aanpassen tot het geschikte instellingen voor uw specifieke activiteit zijn.

- Om de standaardinstellingen te herstellen in EasyData terwijl de CBR 2™ is aangesloten op de rekenmachine, kiest u File > 1:New.
- Om instellingen te veranderen, volgt u de stappen die eerder hierboven beschreven zijn.
- Selecteer Start (druk op **ZOOM**) om te beginnen met het verzamelen van gegevens.

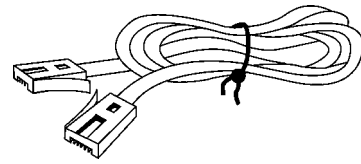
Het gebruik van CBR 2™ met CBL 2™ of met CBL 2™ programma's

Het gebruik van CBR 2™ als conventionele afstandssensor met CBL 2™

De CBR 2™ is geschikt voor gebruik als conventionele afstandssensor met het Texas Instruments CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory™) systeem.



De speciale kabel die vereist is voor aansluiting van de CBR 2™ op de CBL 2™ wordt meegeleverd.



Sluit de CBR 2™ niet op de CBL 2™ aan als de CBR 2™ al op een rekenmachine is aangesloten. De rekenmachine moet zijn aangesloten op de CBL 2™.

Het is mogelijk dat u het CBL 2™ programma moet wijzigen (zie instructies hieronder). Het RANGER programma werkt niet met de CBL 2™.

Verzamelen van bewegingsgegevens met behulp van de CBR 2™ met het CBL 2™-systeem

- 1 Plaats de batterijen in de CBL 2™.
- 2 Sluit de CBL 2™ aan op een TI grafische rekenmachine met de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel.
- 3 Steek uw CBR 2™-sensor in de DIG/SONIC-poort van de CBL 2™ met behulp van een CBL-naar-CBR-kabel (apart verkrijgbaar).
- 4 Start DataMate vanuit het Apps-menu op rekenmachines van de series TI-83 Plus of TI-84 Plus.
- 5 DataMate identificeert de CBL 2™ sensoren automatisch, laadt de bijbehorende kalibratiefactoren, en geeft de naam van de sensor weer (Motion in dit geval), evenals de huidige afstand in meters. Ook wordt een standaard bewegingsexperiment van 5 seconden geladen.



Het gebruik van CBR 2™ met CBL 2™ of met CBL 2™ programma's (verv.)

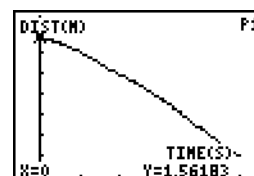
- Start met het verzamelen van gegevens met het standaardexperiment.

Houd de bewegingssensor in uw hand en kies 2: START om te beginnen met het verzamelen van gegevens.

- Loop naar een muur terwijl je de CBR 2™ bewegingsdetector naar de muur gericht houdt.

Als u klaar bent, dan zal uw grafiek lijken op de grafiek hiernaast.

DIG : MOTION(M)	1.898
MODE: TIME GRAPH-5	
1: SETUP	4: ANALYZE
2: START	5: TOOLS
3: GRAPH	6: QUIT



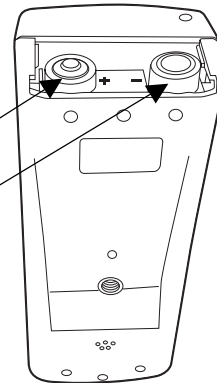
Batterij type

De CBR 2™ is ontworpen voor gebruik met 4 AA alkalische batterijen. De CBR 2™ kan alléén zonder batterijen werken als deze op een CBL 2™ is aangesloten.

Batterijen plaatsen

Verlaat de EasyData App voordat u de batterijen vervangt.

1. Terwijl u de CBR 2™ ondersteboven houdt, duwt u het kapje van de batterijhouder naar de achterkant van de CBR 2™.
2. Plaats de batterijen volgens de tekening aan de binnenkant van het CBR 2™ batterijhouder.
3. Er passen twee batterijen in met de +-kant omhoog, aan de kant met de aanduiding +. Er passen twee batterijen in met de -kant omhoog aan de kant met de aanduiding -.
4. Schuif het kapje weer op de plaats. De CBR 2™ is klaar om te beginnen met meten.



Waarschuwing dat de batterijen van de CBR 2™ (bijna) leeg zijn

De CBR 2™ beschikt over twee waarschuwingsmechanismen voor het geval dat de batterijen (bijna) leeg zijn:

- De EasyData App geeft een waarschuwing melding op de display van de rekenmachine weer tijdens het verzamelen van gegevens.
- Het rode lampje knippert met tussenpozen tijdens het verzamelen van gegevens.

Voorzorgsmaatregelen bij batterijen


- Gebruik GEEN oplaadbare batterijen.
- Vervang alle 4 batterijen tegelijk. Gebruik geen verschillende merken batterijen door elkaar. Gebruik geen verschillende batterijtypes van hetzelfde merk.
- Plaats de batterijen volgens de aanduidingen in de batterijhouder.
- Breng gebruikte batterijen onmiddellijk naar het daarvoor bestemde verzamelpunt. Laat batterijen niet liggen binnen het bereik van kinderen.
- Batterijen mogen niet worden verwarmd, verbrand of lekgeprik. Batterijen bevatten gevaarlijke chemische stoffen die kunnen leiden tot een explosie of lekkage van deze stoffen.
- Gebruik geen oplaadbare en niet-oplaadbare batterijen door elkaar.
- Plaats batterijen die niet oplaadbaar zijn, NIET in een batterijlader.


Bij moeilijkheden

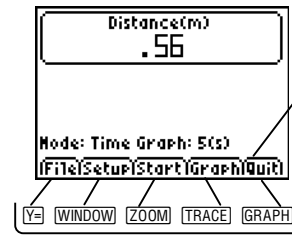
Als dit probleem zich voordoet:	Probeer u dit:
Gegevens verzamelen gaat moeilijk	Controleer of de verbinding van de rekenmachine met de CBR 2™ goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Controleer of de batterijen (bijna) leeg zijn (zie pagina 40).
CBR 2™ begint vanzelf met het verzamelen van gegevens	Als u de CBR 2™ neerzet met de TRIGGER knop omlaag, kan de TRIGGER knop worden ingedrukt, waardoor de meting begint. Druk nog eens op TRIGGER om te stoppen met de meting. Verlaat de EasyData App op de juiste manier (met Quit) voordat u de CBR 2™ opbergt, en verlaat het CBR 2™ of CBL-programma op de juiste manier.
CBR 2™ houdt niet op met het verzamelen van gegevens	Druk op TRIGGER om te stoppen met proefnemen. Herhaal de meting. Als het probleem aanhoudt, verwijder dan één batterij en plaats hem terug. Opmerking: alle gegevens die opgeslagen zijn op de CBR 2™ gaan in dat geval verloren.
Communicatiefout	Bevestig de CBR 2™ aan de rekenmachine met de Standaard-B naar Mini-A USB-kabel (rekenmachine-naar-CBR 2™). Controleer of de verbinding van de rekenmachine met de CBR 2™ goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Als u de CBR 2™ niet wilt (of kunt) aansluiten op de rekenmachine, verlaat dan de EasyData App.
Onvoldoende geheugen	U moet voldoende geheugen hebben voor de EasyData App en de gegevenslijsten. EasyData heeft 5000 bytes nodig om goed te kunnen werken. U moet misschien gegevens verwijderen van het rekenmachinegeheugen. Druk op de TI-rekenmachine op 2nd [MEM] 2:Mem Mgmt./Del. Kies items om te wissen en druk op DEL om de geselecteerde items te wissen.
Meldingen op de rekenmachine komen niet overeen met de instructies bij de activiteit	Deze handleiding is van toepassing op alle TI-rekenmachines waarop de EasyData App geladen kan worden. Het kan zijn dat bepaalde menunamen, schermen of toetsen in deze handleiding niet exact overeenkomen met die op uw rekenmachine. Als u Ranger of andere programma's gebruikt, kies dan de toets/menu die het meest overeenkomt. Bijvoorbeeld: als de instructie aangeeft "Kies Distance match", dan kiest u op de TI-83 Dlst match.
Gegevens zien er niet goed uit: <ul style="list-style-type: none"> ■ punten staan niet op de kromme ■ gerafelde grafieken ■ vlakke grafieken ■ gebroken grafiek 	Herhaal de meting, waarbij u controleert dat de CBR 2™ rechtstreeks op het voorwerp gericht is. Lees pagina 6–9 over het krijgen van goede gegevensmetingen. Controleer of er geen leerlingen, tafels of iets anders in de <i>clear zone</i> staat. Wanneer twee CBR 2™ units tegelijkertijd worden gebruikt in een vertrek, moet één groep de meting afronden voordat de volgende groep begint met de meting. Controleer of de verbinding van de rekenmachine met de CBR 2™ goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Controleer of de batterijen (bijna) leeg zijn (zie pagina 40).
Rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel ontbreekt	U kunt de I/O rekenmachine-naar-rekenmachinekabel gebruiken die bij de rekenmachine geleverd is. (Met de rekenmachine-naar-CBR 2™ kabel wordt EasyData automatisch gestart. Dit is een betrouwbaardere aansluiting, dus u kunt ook een nieuwe kabel bestellen.)
Batterijen zijn vaak (bijna) leeg	Voordat u de CBR 2™ opbergt, dient u de EasyData App (met behulp van Quit) of enig ander CBR 2™ of CBL programma te verlaten en de CBR 2™ van de rekenmachine los te koppelen.

EasyData Menu-overzicht

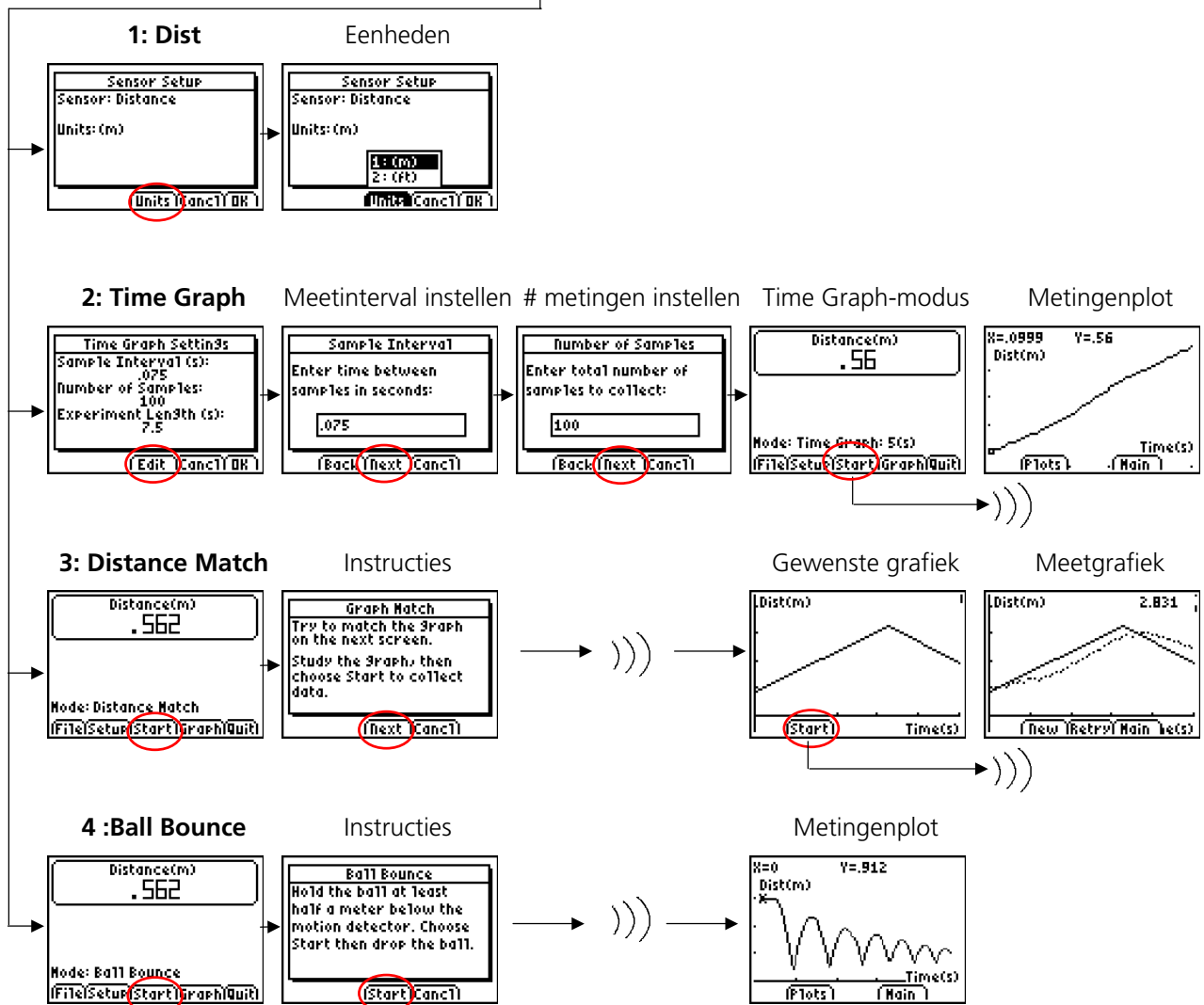
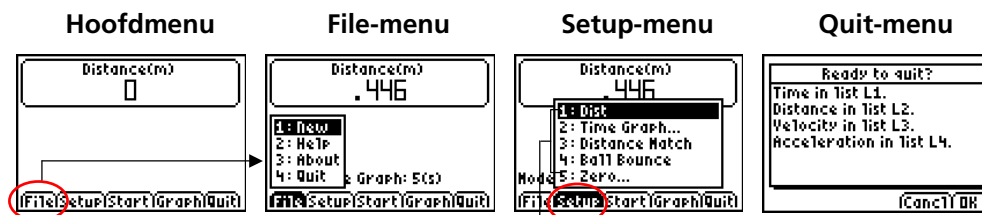
Op ieder scherm worden één of meer opties aan de onderkant weergegeven. Om een optie te selecteren, drukt u op de toets direct onder de optie.

Om door de menu's te navigeren zoals hieronder aangegeven wordt, selecteert u de menu-opties die aangegeven zijn met een kring .

 geeft aan dat er gegevens verzameld worden.



Druk bijvoorbeeld op **GRAPH** om Quit te selecteren.



Productinformatie, service en garantie TI

Product en serviceinformatie TI

Voor meer informatie over producten van en service door TI, kan per E-mail contact worden opgenomen met TI. Ook is informatie te vinden op de TI-pagina op het World Wide Web.

E-mailadres: **ti-cares@ti.com**

Internetadres: **education.ti.com**

Informatie service over garantie

Raadpleeg voor informatie over de garantievoorwaarden en -periode of over service, de garantiebepalingen die bij dit product worden geleverd of neem contact op met het verkooppunt waar u dit TI-product heeft gekocht.