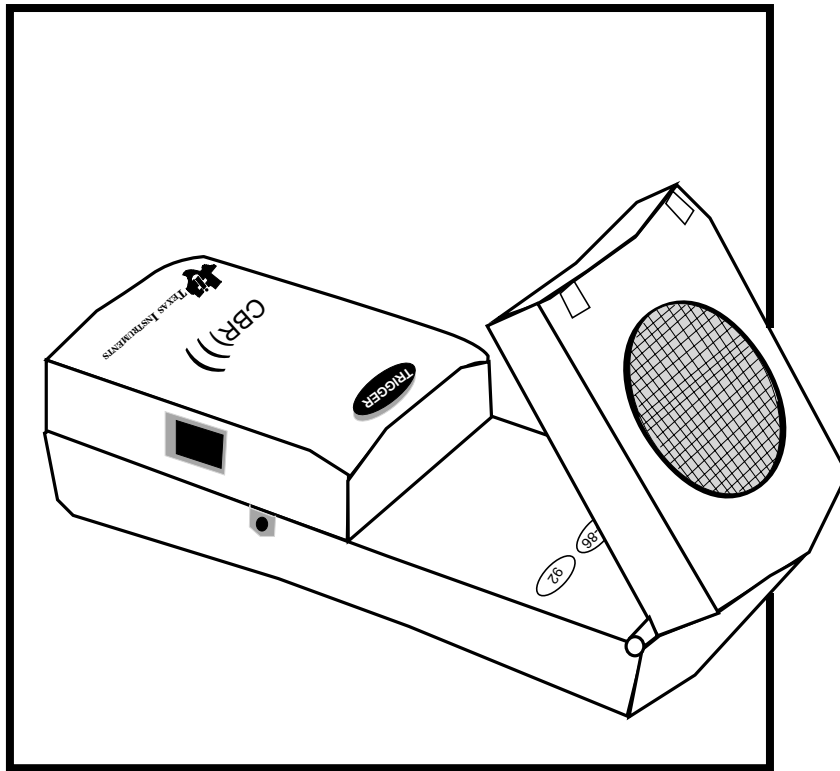


Texas Instruments

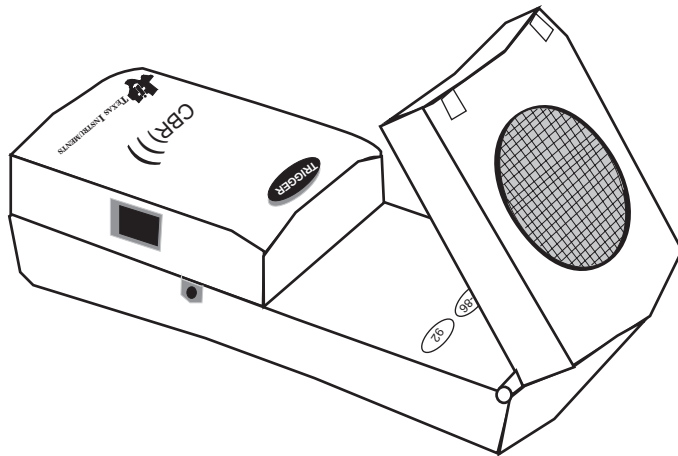


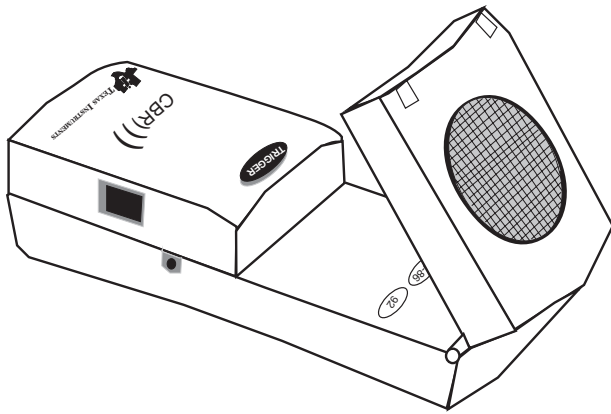
**Calculator-Based Ranger™
(CBR™)**

AAN DE SLAG MET CBR™

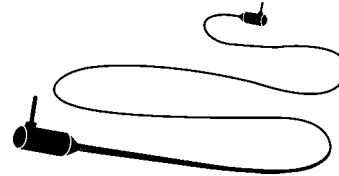
INCLUSIEF

5 ACTIVITEITEN VOOR STUDENTEN

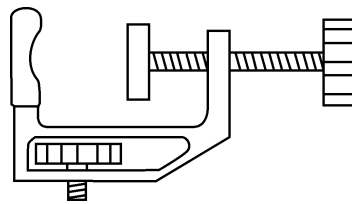




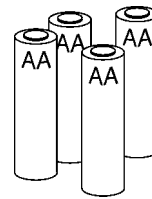
Calculator-Based Ranger™ (CBR™)



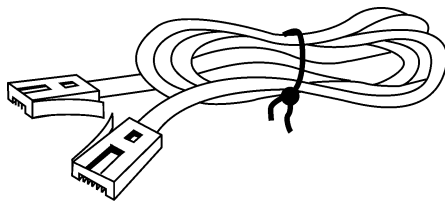
calculator-CBR-kabel



montageklem



4 AA-batterijen



CBL-CBR-kabel

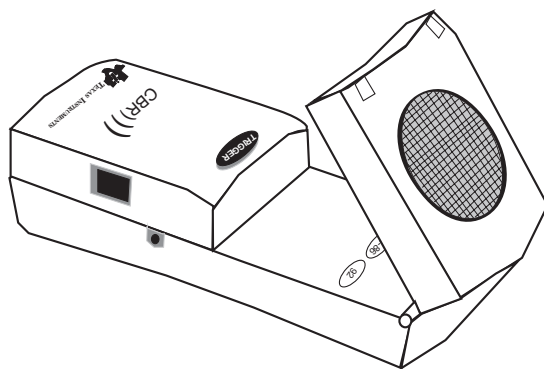
Belangrijk

Texas Instruments biedt 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 "as-is".

Texas Instruments 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.

© 1997 Texas Instruments Incorporated.
Alle rechten voorbehouden.

Leraars krijgen hierbij de toestemming om in klaslokalen, workshops of tijdens seminars de pagina's of bladen in dit werk te herdrukken of te kopiëren waarop het Texas Instrument copyright is vermeld. Die pagina's mogen door leraars worden gereproduceerd voor gebruik in het klaslokaal, in workshops en tijdens seminars, 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, PO Box 149149, Austin, TX, 78714-9149, M/S 2151, ter attentie van: Contracts Manager.



Inleiding

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

Activiteiten met aantekeningen voor docenten en leerling-werkbladen

Activiteit 1 — De grafiek nadoen	lineaire functie	13
Activiteit 2 — Speelgoedauto	lineaire functie	17
Activiteit 3 — Slinger	sinusfunctie	21
Activiteit 4 — Stuiterende bal	parabolische functie	25
Activiteit 5 — Rollende bal	parabolische functie	29
Informatie voor de docent		33

Technische informatie

CBR-gegevens worden opgeslagen in lijsten	37
RANGER instellingen	38
Het gebruik van CBR met CBL of met CBL programma's	39
Programmeercommando's	40

Onderhoudsinformatie

Batterijen	42
Bij moeilijkheden	43
TI service en garantie	44

Overzicht RANGER menu's	<i>binnenzijde achterblad</i>
-------------------------	-------------------------------

CBR™ (Calculator-Based Ranger™)

ultrasone afstandssensor

voor gebruik met TI-82, TI-83, TI-85/CBL, TI-86 en TI-92

om de metingen en -analyse uit de werkelijkheid in de klas te brengen

gemakkelijk te bedienen, op zichzelf staand

geen programmeerwerk vereist

Inclusief het RANGER programma

het veelzijdige RANGER programma is een druk op de knop verwijderd

MATCH en BOUNCING BALL programma's ingebouwd in de RANGER

de voornaamste parameters voor de metingen zijn gemakkelijk in te stellen

Wat doet de CBR?

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

Met CBR 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 van wiskundige en natuurwetenschappelijk concepten onderzoeken zoals:

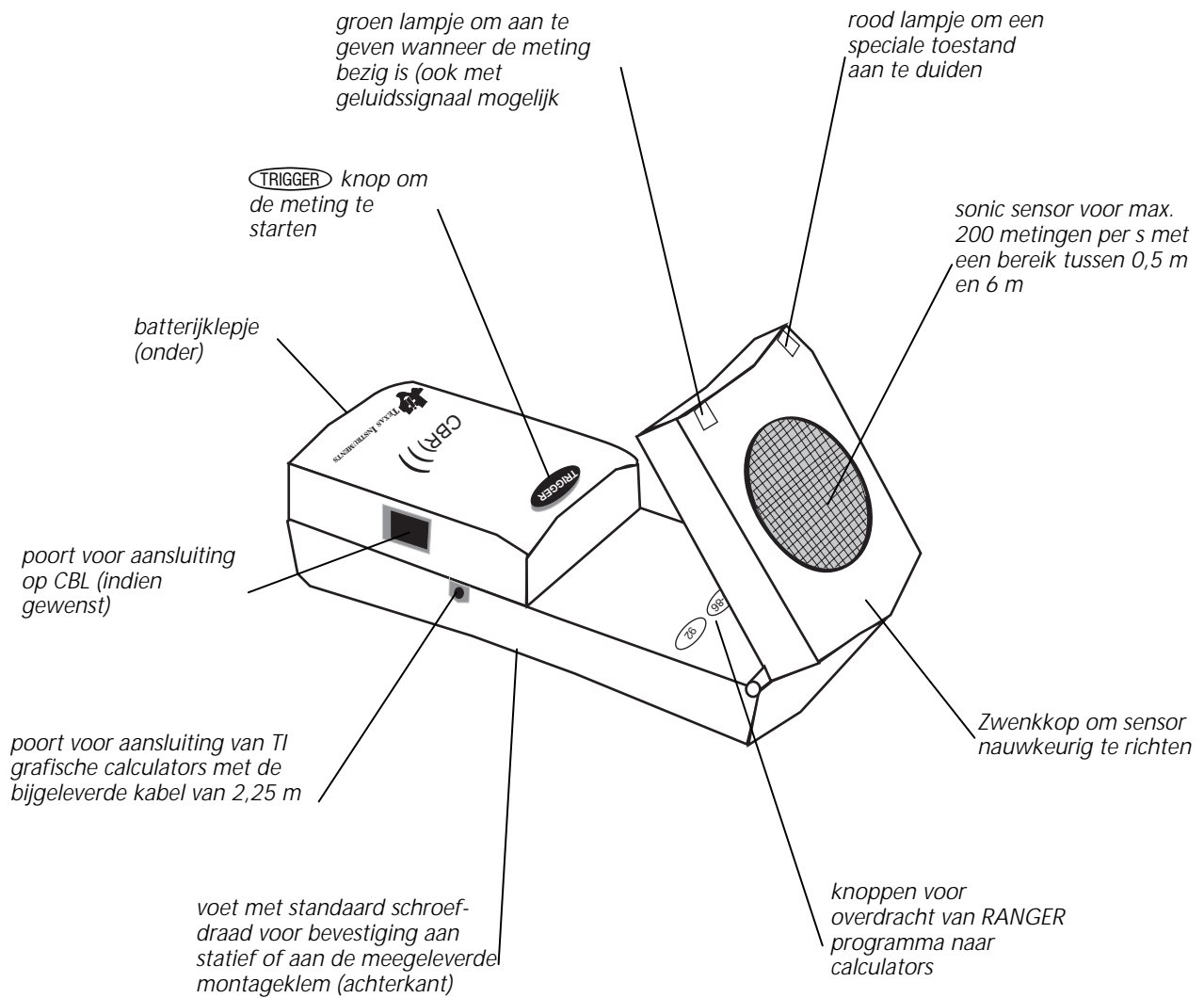
- beweging: *afstand, snelheid, versnelling*
- grafieken: *coördinaatassen, hellingshoek, bijbehorende x- of y-waarde*
- functies: *lineair, kwadratisch, exponentieel, sinusfunctie*
- differentiaal- en integraalrekening: *afgeleiden, integralen*
- statistiek en analyse van gegevens: *methodes voor data acquisitie, statistische analyse*

Wat staat in deze handleiding?

Aan de slag met CBR™ is bedoeld als handleiding voor docenten zonder veel ervaring met calculators of met programmeren. Hierin vindt u instructies om snel aan de slag te gaan met de CBR, aanwijzingen over effectieve data acquisitie en vijf activiteiten voor in de klas, waarbij de basisfuncties en -eigenschappen van bewegingen kunnen worden onderzocht. Deze activiteiten (zie pagina 13–32) 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 niveau's
- verkenningen om de gegevens nader te bestuderen, waaronder "wat-als" scenario's
- suggesties voor onderwerpen voor gevorderden, geschikt voor leerlingen die integraalrekening al dan niet beheersen
- reproduceerbare leerling-werkblad met open vragen die passen bij een breed spectrum van onderwijsniveau's

Wat is de CBR? (verv.)



De CBR 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 calculator bij nodig (en verkrijgbare attributen voor sommige activiteiten).

- ultrasone afstandssensor
- kabel tussen calculator en CBR
- montageklem
- RANGER programma in de CBR
- 4 AA batterijen
- 5 leuke activiteiten

Aan de slag met CBR—Eenvoudiger kan het niet

Met CBR maakt u in drie stappen uw eerste meting!

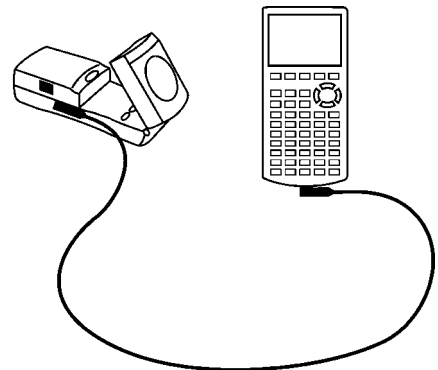
1

Aansluiten

Met de calculator-CBR-kabel sluit u de CBR aan op een grafische TI-calculator.

Druk de kabel aan weerszijden **stevig** vast.

Opmerking: De korte calculator-calculator-kabel die bij de calculator geleverd wordt is ook bruikbaar.



2

Zenden van programma

In de CBR bevindt zich RANGER, een programma dat voor iedere calculator anders is. Dit programma kan eenvoudig van de CBR naar de calculator worden overgebracht

Zorg er eerst voor dat de calculator klaar is om het programma te ontvangen. Dat gaat met de onderstaande opdrachten.

TI-82 of TI-83	TI-85/CBL of TI-86	TI-92
<code>2nd [LINK] ▸ [ENTER]</code>	<code>2nd [LINK] [F2]</code>	Ga naar het Home-scherm.

Open vervolgens de scharnierende kop van de CBR en druk op de juiste knop om het programma over te sturen.

82/83

85/86

92

Tijdens de overdracht toont de calculator RECEIVING (behalve TI-92). Als de overdracht voltooid is, dan knippert het groene lampje op de CBR één keer, de CBR piept één keer, en het scherm van de calculator toont DONE. Is er een probleem, dan knippert het rode lampje op de CBR twee keer en piept de CBR twee keer.

Nadat u het RANGER-programma van de CBR naar een calculator heeft overgestuurd, hoeft u het niet opnieuw naar die calculator te sturen zolang u het niet uit het geheugen van de calculator verwijdert.

Opmerking: Voor het programma en de gegevens zijn ongeveer 15500 bytes geheugen nodig. Het kan nodig zijn programma's en gegevens uit het geheugen van de calculator te verwijderen. U kan de programma's en gegevens eerst bewaren door ze met TI-Graph Link™ naar een computer te sturen of met een calculator-calculator-kabel naar een andere calculator te sturen (zie de handleiding van de calculator).

3

Starten

Start het RANGER-programma met de opdrachten hieronder

TI-82 of TI-83	TI-85/CBL of TI-86	TI-92
Druk op [PRGM] . Kies RANGER. Druk op [ENTER] .	Druk op [PRGM] [F1] . Kies RANGER. Druk op [ENTER] .	Druk op [2nd] [VAR-LINK] . Kies RANGER. Druk op [↓] [ENTER] .

Het openingsscherm wordt getoond.

Druk op **[ENTER]**. U ziet het MAIN MENU.

MAIN MENU	
SETUP/SAMPLE	→ bekijk en verander de instellingen voor het meten
SET DEFAULTS	→ verander de instellingen in de standaardinstellingen
APPLICATIONS	→ DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, BALL BOUNCE
PLOT MENU	→ grafiek opties
TOOLS	→ GET CBR DATA, GET CALC DATA, STATUS, STOP/CLEAR
QUIT	

Op het MAIN MENU kiest u SET DEFAULTS. Het SETUP scherm wordt getoond. Druk op **[ENTER]** om START NOW te kiezen. Stel de activiteit in en druk op **[ENTER]** om met het verzamelen van de gegevens te beginnen. Zo eenvoudig is dat!

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-calculators die met CBR gebruikt kunnen worden. Het kan dus gebeuren dat sommige menu's op uw calculator een andere naam hebben.
- Beëindig het RANGER programma altijd met de QUIT optie. Als u QUIT kiest dan zorgt het RANGER-programma ervoor dat CBR correct wordt afgesloten. Hierdoor is verzekerd dat CBR goed geïntialiseerd wordt als u hem de volgende keer gebruikt.
- Maak de verbinding tussen CBR en calculator altijd los voordat u de CBR opbergt.

Betere metingen verrichten

Hoe werkt de CBR?

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

De CBR 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 heeft een ingebouwde microprocessor die veel meer doet. Terwijl de gegevens verzameld worden, berekent de CBR 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 de lijsten L1, L2, L3, en L4.

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

- 1 Verricht metingen in de mode REALTIME=NO. Verlaat het RANGER-programma.
- 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.

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

Maximumbereik

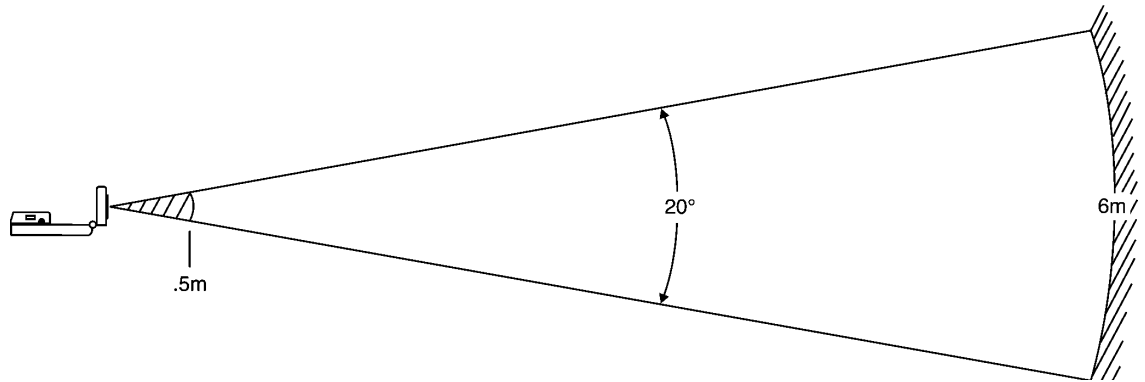
Naarmate de puls verder moet reizen, verliest hij zijn kracht. Na ongeveer 12 meter (6 meter heen naar het object en 6 meter terug naar de CBR), wordt de echo te zwak om betrouwbaar gedetecteerd te kunnen worden. Dit beperkt de afstand waarop de CBR betrouwbaar werkt tot 6 meter.

Tips voor een goede meting (verv.)

De vorm van de bundel

De bundel van de CBR heeft de vorm van een kegel met een hoek van 10° .

Om te vermijden dat andere objecten in de omgeving de uitlezing verstoren, is het gewenst dat er geen andere objecten zijn in het pad van de CBR-bundel. Hiermee zorgt u ervoor dat andere objecten niet door CBR worden opgemerkt. CBR 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 calculator 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 afstand-tijd grafiek zal nog onregelmatiger worden, want de verandering in afstand tussen twee punten is, per definitie, de snelheid. Het kan dus nodig zijn dat u de gegevens enigszins "gladstrijkt".

Instellingen van RANGER

Frequentie van de meting

TIME is de totale tijd in seconden waarin de meting wordt gedaan. Geef hier een geheel getal op tussen 1 seconde (voor snel bewegende objecten) en 99 seconden (voor langzaam bewegende objecten). Bij REALTIME=YES, is TIME altijd 15 seconden.

Naarmate TIME een lager getal is, moet het object zich dichterbij de CBR bevinden. Bijvoorbeeld, als TIME=1 SECOND, dan kan het object niet verder dan 1,75 meter van de CBR zijn.

Starten en stoppen

Het SETUP-scherm in het RANGER-programma heeft diverse mogelijkheden om het meten te starten en te stoppen.

- BEGIN ON: [ENTER]. Start de meting met de **ENTER**-toets van de calculator als de opstelling bediend wordt door iemand die in de buurt van de calculator zit.
- BEGIN ON: [TRIGGER]. Start en stopt de meting met de **TRIGGER**-knop van de CBR als de opstelling bediend wordt door iemand die in de buurt van de CBR zit.
Met deze optie kunt u de CBR loskoppelen. Verzorg eerst de instellingen, maak de verbindingkabel los, neem de CBR naar de plaats waar gemeten moet worden, druk op **TRIGGER**, verricht de meting, verbind de CBR weer met de calculator en druk op **ENTER** om de gegevens over te sturen. Gebruik BEGIN ON: [TRIGGER] als de kabel te kort is of de meting zou kunnen verstoren. Dit is niet mogelijk in de mode REALTIME=YES (zoals de MATCH-toepassing).
- BEGIN ON: DELAY. Start de meting tien seconden nadat u op **ENTER** drukt. Dit is handig als één persoon alle handelingen moet verrichten.

Start-knop

Het effect van **TRIGGER** hangt af van de instellingen.

- **TRIGGER** start de meting, zelfs als BEGIN ON: [ENTER] of BEGIN ON: DELAY geselecteerd is. Deze knop stopt de meting ook, maar meestal zult u willen wachten tot de meting voltooid is.
- In REALTIME=NO kunt u, nadat de meting voltooid is, **TRIGGER** gebruiken om de laatste meting automatisch te herhalen, zonder de gegevens naar de calculator te sturen. Om de gegevens over te sturen opent u het MAIN MENU en kiest u TOOLS, en vervolgens GET CBR DATA. (U kunt een meting ook herhalen door REPEAT SAMPLE te kiezen op het PLOT MENU of START NOW op het SETUP scherm)

Filteren

Het RANGER-programma kan de gegevens filteren, waardoor het effect van storende signalen en variaties in de metingen verminderd wordt. Overdrijf het filteren niet. Begin zonder filtering of met LIGHT filtering. Verhoog het filteren tot het resultaat bevredigend is

- Is het zeer waarschijnlijk dat er storende signalen optreden, verhoog dan de filtering op het SETUP scherm voordat u met de meting begint (zie pagina 38).
- Heeft u al gegevens met REALTIME=NO verzameld, dan kunt u naderhand filtering toepassen. Daarvoor moet de calculator met de CBR verbonden zijn. Kies PLOT TOOLS op het PLOT MENU, kies SMOOTH DATA, en kies de graad van filtering.

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

Als de CBR 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:

- Let erop dat de CBR direct op het doel wordt gericht. Stel de sensorkop in terwijl u naar een REALTIME=YES-meting kijkt totdat u goede resultaten krijgt. Daarna kunt u een REALTIME=NO-meting verrichten.
- 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 (maar niet dichterbij dan een halve meter).
- Gebruikt u meer dan één CBR in een ruimte, dan moet de ene groep klaar zijn met de meting voordat de andere groep begint.
- Is er veel ruis bij een REALTIME=YES-meting, herhaal de meting dan met een hogere filteringsgraad tot de resultaten bevredigend zijn. (U kunt de filtering niet veranderen in de toepassingen DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, en BALL BOUNCE.)
- Is er veel ruis bij een REALTIME=NO-meting, gebruik dan een hogere filteringsgraad met de oorspronkelijke gegevens.

Geluidssnelheid

De afstand naar het object wordt bij benadering gevonden met behulp van de standaard ingestelde geluidssnelheid. Evenwel, de geluidssnelheid is van diverse factoren afhankelijk, vooral van de luchttemperatuur. Voor metingen waarbij alleen de relatieve bewegingen van belang zijn, is deze factor niet van belang. Zijn nauwkeurige resultaten vereist, dan kan een programmeercommando worden gebruikt om de omgevingstemperatuur in te stellen. (zie pagina 40–41).

Tips voor een goede meting (verv.)

REALTIME=YES

Gebruik de REALTIME=YES-mode:

- voor langzame objecten
- om de resultaten te zien terwijl ze gemeten worden
- als u slechts één soort gegevens (afstand, snelheid of versnelling) wilt zien

In REALTIME=YES-mode berekent de CBR de gevraagde plotgegevens (afstand, snelheid of versnelling) direct van elk afzonderlijk meetpunt en verstuurt deze naar de calculator. RANGER tekent dan voor dat meetpunt een enkel pixel in de grafiek.

Omdat al deze bewerkingen voltooid moeten zijn voordat het volgende meting kan worden gedaan, is de meetfrequentie in de REALTIME=YES-mode beperkt.

Er zijn ongeveer 0,080 seconden nodig voor een enkel meetpunt samen met de verwerking en de overdracht van de gegevens. Er is extra tijd nodig voor het tekenen van de grafiek, waardoor de benodigde tijd in RANGER stijgt tot ongeveer 0,125 seconden.

REALTIME=NO

Gebruik de REALTIME=NO-mode:

- voor snellere objecten
- als filtering nodig is (zie pagina 9)
- als de CBR niet permanent met de calculator verbonden is (zie pagina 11)
- als u alle gegevenssoorten (afstand, snelheid en versnelling) van de meting wil weten.

In REALTIME=NO-mode, worden de gegevens in de CBR opgeslagen en pas naar de calculator gezonden als de hele meting voltooid is. De meetfrequentie kan voor dichtbijzijnde objecten 200 metingen per seconde zijn. De gegevens van tijd, snelheid en versnelling worden naar de calculator gestuurd.

Omdat de gegevens in de CBR worden opgeslagen, kunt u ze steeds weer naar de calculator verzenden.

- Elke keer als u de filtering verandert, past de CBR de nieuwe filteringsfactor toe, stuurt de gewijzigde gegevens naar de calculator, en slaat de nieuwe waarden op in de lijsten.
- Kiest u een domein dan verandert dat de lijsten die in de calculator opgeslagen zijn. Desgewenst kunt u de oorspronkelijke gegevens terughalen. Open het MAIN MENU in het RANGER-programma, kies TOOLS. Kies in het TOOLS menu GET CBR DATA.
- U kunt ook dezelfde gegevens met meerdere leerlingen gebruiken, zelfs als ze verschillende grafische TI-calculatoren gebruiken. Hierdoor kunnen alle leerlingen met dezelfde gegevens verwerkingsopdrachten uitvoeren. (zie pagina 11).

Tips voor een goede meting (verv.)

Gebruik van CBR zonder calculator

Omdat de CBR niet direct gegevens naar de calculator kan sturen als hij niet met de calculator verbonden is, zijn bepaalde instellingen vereist. Maak op het SETUP scherm de volgende instellingen:

- REALTIME=NO.
- BEGIN ON=[TRIGGER].

Het RANGER-programma zegt u wanneer u de CBR mag loskoppelen en wanneer hij weer moet worden aangesloten. Er is geen speciale procedure nodig.

Gemeenschappelijk gebruik van gegevens

Wilt u dat de hele klas dezelfde gegevens op hetzelfde moment analyseert? Met CBR kunt u de REALTIME=NO-gegevens snel over de leerlingen verdelen.

- ➊ Stuur het RANGER-programma naar de calculator van iedere leerling voordat u begint met de meting.
- ➋ Meet de gegevens met de CBR in REALTIME=NO-mode.
- ➌ Sluit de calculator van de eerste leerling aan op de CBR met de calculator-CBR-kabel of de calculator-calculator-kabel.
- ➍ Open het MAIN MENU in het RANGER-programma en kies TOOLS. Kies in het TOOLS-menu GET CBR DATA. Er staat nu TRANSFERRING... op het scherm en de grafiek verschijnt
- ➎ Druk op **ENTER** om terug te gaan naar het PLOT MENU, en kies QUIT. Maak de kabel los.
- ➏ Sluit een andere calculator (van het zelfde type) aan op de calculator waarin de gegevens zich bevinden. Open op de tweede calculator het MAIN MENU in het RANGER-programma en kies TOOLS. Kies in het TOOLS-menu GET CALC DATA. Lijsten L1, L2, L3, L4, en L5 worden automatisch naar de tweede calculator overgestuurd.
- ➐ Stuur de gegevens van de CBR naar de calculator van een andere leerling terwijl de andere leerlingen de gegevens van calculator naar calculator aan elkaar doorgeven.

Als alle leerlingen dezelfde gegevens hebben, dan kunnen ze de gegevens in RANGER met PLOT MENU analyseren, en zonder RANGER met de mogelijkheden van de calculator om lijsten en grafieken te maken.

Om gegevens op de TI-85 gezamenlijk te gebruiken, gebruikt u de LINK-faciliteit, (dus niet RANGER) om de lijsten over te sturen.

Tips voor een goede meting (verv.)

Niet alleen gewoon gegevens verzamelen

Nadat u met RANGER grafieken gemaakt heeft, kunt u de gegevens met een functie verder verwerken. Omdat de gegevens als lijsten worden verzameld en als een statistische grafiek worden getoond, kunt u **TRACE**, **GRAPH**, en **Y=** gebruiken om de relatie tussen de gegevens te onderzoeken.

Binnen RANGER

- Onderzoek grafieken met TRACE, wat automatisch wordt ingesteld. (Op de TI-85 gebruikt u de vrijbewegende cursor.)
- Bewerk de gegevens, bijvoorbeeld door filtering of door een deel te selecteren.

Buiten RANGER

- Onderzoek de gegevens met de list-editor van de calculator.
- Maak handmatig een functie-fit met de Y= editor van de calculator.
- Fit automatisch de functie die het best met de gegevens overeenstemt door gebruik te maken van de regressiemogelijkheden van de calculator.

Er kunnen nog veel meer verbanden onderzocht worden dan er worden geboden door de plotopties in RANGER. Bijvoorbeeld kunnen de afstand-tijd en snelheid-tijd grafieken tegelijk worden getoond. In het MAIN MENU van het RANGER-programma kiest u QUIT, en daarna geeft u op: Plot1 als L1 versus L2 en Plot2 als L1 versus L3. (Het kan ook nodig zijn om het venster bij te stellen)

Gegevens en grafieken kunnen met behulp van een TI-Graph Link naar een computer worden gestuurd. Dat is vooral handig als de leerlingen uitgebreide verslagen produceren van hun bevindingen.

Gebruik van CBR zonder het RANGER-programma

U kunt CBR ook als afstandssensor gebruiken met CBL of met andere programma's dan RANGER.

- Voor informatie over het gebruik van CBR met CBL, zie pagina 39.
- Voor informatie over het verkrijgen van programma's en activiteiten, zie pagina 36.
- Voor informatie over de programmeercommando's waarmee u uw eigen programma's kunt schrijven, zie pagina's 40–41.

Activiteit 1—De grafiek nadoen 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. Terwijl leerlingen proberen om grafieken te reproduceren door te lopen, terwijl zij hun eigen beweging in een grafiek zien, kan het concept positie worden verkend.

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

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

Materiaal

- ✓ calculator
- ✓ CBR
- ✓ calculator-to-calculator cable

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!

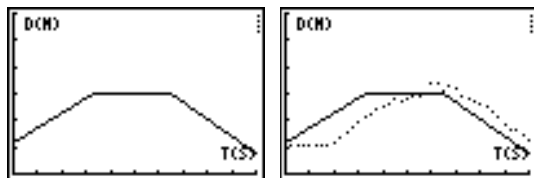
Deze activiteit werkt het beste als de leerling die loopt (evenals de hele klas) ziet hoe zijn/haar beweging op een muur of scherm wordt geprojecteerd.

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

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

Zie pagina 6–12 voor aanwijzingen over goede metingen.

Te verwachten grafieken



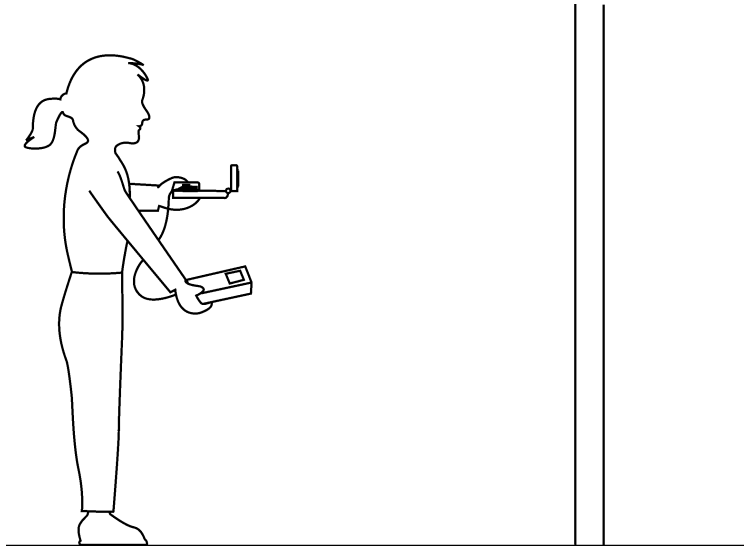
Te verwachten antwoorden

1. tijd (vanaf begin meting); seconden; 1 seconde; afstand (vanaf de CBR 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 en het voorwerp)
5. vooruit (verklein de afstand tussen de CBR 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 in één hand en de calculator in de andere. Richt de sensor rechtstreeks op een muur.

Hints: De maximale afstand van elk diagram is 4 meter vanaf de CBR. De minimale afstand is 0,5 meter.



- 2 Start het RANGER programma (zie pagina 5 voor de toetsaanslagen voor elke calculator).
- 3 Kies uit het MAIN MENU: APPLICATIONS. Kies dan METERS.
- 4 Kies uit het APPLICATIONS menu: DISTANCE MATCH. Er verschijnen algemene instructies. DISTANCE MATCH zorgt automatisch voor de instellingen.
- 5 Druk op **ENTER** om het na te doen diagram weer te geven. Neem even de tijd om het diagram te bestuderen. **Beantwoord vraag 1 en 2 op het werkblad.**
- 6 Ga naar de plaats waar je denkt dat het diagram begint. Druk op **ENTER** om te beginnen met metingen. Je hoort een klikkend geluid en je ziet het groene lampje terwijl er gegevens worden verzameld.
- 7 Loop achteruit en vooruit en probeer de grafiek na te doen. Je positie wordt op het scherm geplot.
- 8 Bestudeer, als de meting afgelopen is, hoe goed jouw "loopje" overeenkomt het diagram en **beantwoord dan vraag 3.**
- 9 Druk op **ENTER** om het OPTIONS menu weer te geven en kies SAME MATCH. Probeer jouw looptechniek te verbeteren en **beantwoord dan vraag 4, 5 en 6.**

Verkenning

In DISTANCE MATCH, bestaan alle grafieken uit 3 delen met rechte lijnen.

- ❶ Druk op **ENTER** om het OPTIONS menu weer te geven en kies NEW MATCH. Bestudeer het eerste gedeelte en *beantwoord vraag 7 en 8*.
- ❷ Bestudeer het hele diagram en *beantwoord vraag 9 en 10*.
- ❸ Ga naar de plaats waar je denkt dat het diagram begint, druk op **ENTER** om te beginnen met metingen en probeer de grafiek na te doen.
- ❹ Als de meting afgelopen is *beantwoordt u vraag 11 en 12*.
- ❺ Druk op **ENTER** to display the OPTIONS menu en kies NEW MATCH.
- ❻ Bestudeer de grafiek en *beantwoord vraag 13, 14 en 15*.
- ❼ Druk op **ENTER** om het OPTIONS menu weer te geven. Herhaal de activiteit indien gewenst, of ga terug naar het MAIN MENU en kies dan QUIT om het RANGER programma te verlaten.

Vervolgverkenning

De grafieken die door DISTANCE MATCH zijn gegenereerd, bestaan alle uit rechte lijnen. Probeer nu VELOCITY MATCH, waarbij je probeert een Snelheid-Tijd grafiek na te doen. Dit is pas moeilijk!

MATCH is een erg gewild programma. Er kunnen extra versies die ingewikkelder grafieken verkennen, beschikbaar komen. (zie pagina 36).

Activiteit 1—De grafiek nadoen

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 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 u 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 doen 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/1 seconde: _____
Converteer naar meter/minuut: _____
Converteer naar meter/uur: _____
Converteer naar kilometer/uur: _____
15. Hoe ver heb je feitelijk gelopen? _____

Activiteit 2—Speelgoedauto aantekeningen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: lineaire functie.

Aan de hand van de beweging van een gemotoriseerde speelgoedauto wordt geïllustreerd wat het concept van een constante snelheid is.

Materiaal

- ✓ calculator
- ✓ CBR
- ✓ calculator- CBR snoertje
- ✓ speelgoedauto die op batterijen werkt
- ✓ TI ViewScreen (optioneel)

Aanwijzingen

Speelgoedauto's verschillen aanzienlijk in grootte, vorm en weerkaatsingshoek van het invallende ultrasonische geluid. Daarom kunnen de grafieken die het resultaat zijn, verschillen in kwaliteit. Sommige auto's hebben misschien een extra weerkaatsingsoppervlak nodig om een goede grafiek te krijgen. Probeer eens een stuk karton aan de auto te bevestigen om een goed doelwit voor de sensor te krijgen.

Misschien wilt u een aantal auto's uitproberen om de leerlingen een kans te geven deze effecten te verkennen.

Langzamer speelgoedauto's (bijv. voor jonge kinderen) zijn beter geschikt voor deze activiteit. Zoek een auto uit met een constante snelheid.

Zie pagina 6–12 voor hints over goede metingen.

Verkenning

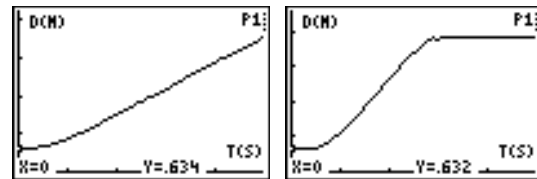
De hellingshoek van de Afstand-tijd grafiek van een voorwerp op een gegeven moment geeft de snelheid van het voorwerp weer op dat moment. Daarom is bij een voorwerp dat zich met een constante snelheid beweegt, de hellingshoek in de bijbehorende Afstand-tijd grafiek constant. Dit is de reden waarom de Afstand-tijd grafiek lineair is.

Als u begint met gegevens te verzamelen voordat de auto begint te rijden, merkt u dat de Afstand-tijd grafiek niet lineair is aan het begin van de grafiek. Waarom? De auto begint bij rust ($v = 0$). De constante snelheid kan niet ineens worden bereikt. Versnelling wordt weergegeven door:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Als het voorwerp ineens vanuit rust naar een constante snelheid zou gaan, zou $\Delta t = 0$ zijn. Maar dit impliceert oneindige versnelling, hetgeen in de praktijk niet mogelijk is. (In feite zou op grond van de tweede Wet van Newton, $F = ma$, een oneindige versnelling slechts kunnen resulteren uit een oneindige kracht, die eveneens onmogelijk is.) Daarom moeten wij het voorwerp observeren, terwijl het versnelt (de snelheid verhoogt) tot de constante snelheid gedurende een eindige tijd.

Te verwachten grafieken



Antwoorden op vragen

1. de eerste of de laatste grafiek; de afstand neemt constant toe
2. de leerlingen voeren waarden in vanuit TRACE
3. de waarde van de afstand neemt met een constant getal toe
4. snelheid is de mate van verandering van afstand, gemeten gedurende een gegeven tijd; de waarden zijn gelijk voor elke gelijke toename van de tijd
5. de leerling zou een waarde moeten vinden die lijkt op de waarden, berekend voor m
lijkt op m
 m staat voor de snelheid van de auto
6. b is de gevonden waarde van y ;
bijv.: $y = 2x + 0$
7. varieert; bijvoorbeeld, als $m = 2$, is afstand (y) = 20 meter na 10 seconden ($y = 2 \times 10 + 0$); bij 1 minuut is $y = 120$ meter

Vervolgverkenning

De hellingshoek van een Snelheid-Tijd grafiek bij constante snelheid is nul. Daarom geeft de Versnelling-Tijd grafiek een $a = 0$ (in het ideale geval) gedurende de tijd dat de snelheid constant is.

De oppervlakte die het resultaat vormt, is de verplaatsing van het voorwerp (netto afgelegde afstand) gedurende tijdinterval t_1 tot t_2 .

Voor leerlingen die integraalrekening beheersen, kan verplaatsing worden gevonden uit:

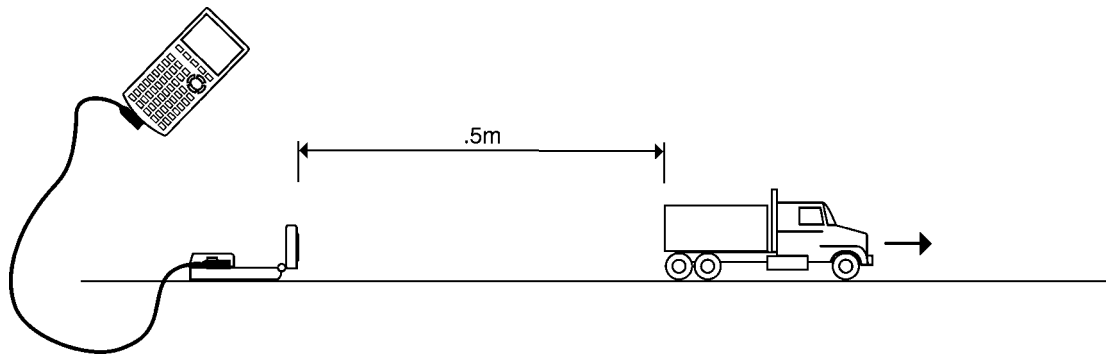
$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

waarbij s de verplaatsing van het voorwerp is gedurende tijdinterval t_1 tot t_2 .

Metingen

- 1 Plaats de auto tenminste 0,5 meter van de CBR, met de voorkant van de CBR af in een rechte lijn.

Hints: Richt de sensor rechtstreeks op de auto en zorg ervoor dat er niets tussen de sensor en de auto staat (zie pagina 7).



- 2 Voordat u begint met metingen, *beantwoord je eerst vraag 1 op het werkblad.*
- 3 Start het RANGER programma (zie pagina 5 voor de toetsaanslagen voor elke calculator).
- 4 Kies vanuit het MAIN MENU: SETUP/SAMPLE. Bij deze activiteit hebt u de volgende instellingen nodig:

REALTIME: NO
TIME (S): 5 SECONDEN
DISPLAY: DISTANCE
BEGIN ON: [ENTER]
SMOOTHING: LIGHT
UNITS: METERS

De instructies voor het wijzigen van een instelling vindt u op pagina 38.

- 5 Kies START NOW.
- 6 Druk op **[ENTER]** als je wilt beginnen. Start de auto en laat deze snel uit de *clear zone* rijden. Je hoort een klikkend geluid tijdens het verzamelen van gegevens en je ziet de melding TRANSFERRING... op de calculator.
- 7 Nadat de gegevens verzameld zijn, geeft de calculator automatisch een Afstand-tijd grafiek van de verzamelde meetpunten weer.
- 8 Vergelijk de grafiek van de meetresultaten met je prognose in *antwoord 1* wat betreft overeenkomsten en verschillen.

Verkenning

- ① De waarden van x (tijd) met tussenpozen van een halve seconde staan in de eerste kolom in vraag 2. *Loop de grafiek na en vul de overeenkomende waarden van y (afstand) in de tweede kolom.* **N.B.:** Vul alleen resultaten in uit het lineaire gedeelte van de grafiek. Het is mogelijk dat je gegevens die niet kloppen met de rest, aan het begin van de meting, buiten beschouwing moet laten. Het is ook mogelijk dat je de afstand moet afronden (als de calculator de waarde van de afstand na 0,957 of 1,01 seconde geeft in plaats van na exact 1 seconde). Kies het dichtstbijzijnde getal of het meest voor de hand liggende getal.
- ② *Beantwoord vraag 3 en 4.*
- ③ Bereken de veranderingen in afstand en tijd tussen elk van de punten en vul zo de derde en vierde kolom in. Om bijvoorbeeld de Δ Afstand (in meter) te berekenen na 1,5 seconde, trek je de afstand na 1 seconde af van de afstand na 1,5 seconde.
- ④ De functie die door deze activiteit wordt geïllustreerd is $y = mx + b$. m is de hellingshoek van een lijn. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\Delta \text{afstand}}{\Delta \text{tijd}} \text{ of } \frac{\text{afstand}_2 - \text{afstand}_1}{\text{tijd}_2 - \text{tijd}_1} \text{ of } \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

De overeenkomende waarde van y is de waarde van b .

Bereken m voor elk punt. *Vul de waarden in de tabel bij vraag 2.*

- ⑤ *Beantwoord vraag 5, 6 en 7.*

Vervolgverkenning

Door de hellingshoek van een Afstand-tijd grafiek op een gegeven moment te berekenen, verkrijg je de snelheid (bij benadering) van het voorwerp op dat moment. Door de hellingshoek van een Snelheid-Tijd grafiek te berekenen, verkrijg je de versnelling (bij benadering) van het voorwerp op dat moment. Als de snelheid constant is, wat is dan de waarde van de versnelling?

Maak een prognose van de vorm van de Versnelling-Tijd grafiek bij deze Afstand-tijd grafiek.

Bereken de oppervlakte tussen de Snelheid-Tijd grafiek en de x -as, tussen twee gemakkelijke tijdstippen t_1 en t_2 . Dit is mogelijk door de oppervlakten van een of meer rechthoeken bij elkaar op te tellen, waarvan elk de volgende oppervlakte heeft:

$$\text{oppervlakte} = v\Delta t = v(t_2 - t_1)$$

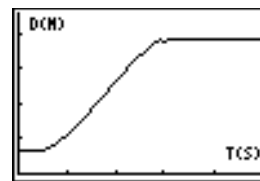
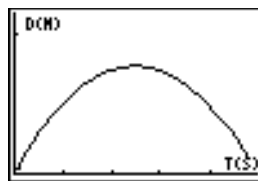
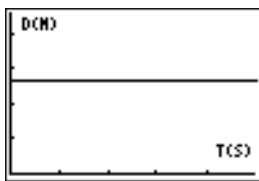
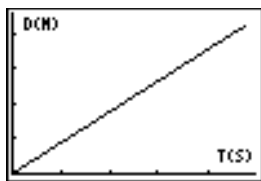
Wat is de natuurkundige betekenis van de berekende oppervlakte?

Activiteit 2—Speelgoedauto

Naam _____

Metingen

1. Welk van de onderstaande illustraties komt volgens u overeen met de *Afstand-tijd* grafiek van de speelgoedauto?



Waarom? _____

2.

Tijd	Afstand	Δ Afstand	Δ Tijd	m
1		xxx	xxx	xxx
1,5				
2				
2,5				
3				
3,5				
4				
4,5				
5				

3. Wat valt je op aan de waarden voor de afstand? _____
4. Hoe blijkt uit deze resultaten dat de speelgoedauto een constante snelheid had? _____
5. Bereken Δ afstand/ Δ tijd tussen Tijd = 2 en Tijd = 4. _____
 Wat valt je op aan dit resultaat? _____
 Waar staat m volgens jou voor? _____
6. Wat is in de lineaire vergelijking $y = mx + b$, de waarde van b ? _____
 Noteer de vergelijking voor de lijn in de vorm $y = mx + b$ en gebruik de waarden van m en b . _____
7. Welke afstand zou de speelgoedauto in 10 seconden afleggen? _____
 In 1 minuut? _____

Concepten

Te verkennen functie: sinusfunctie.

Verkenning van een enkelvoudige harmonische beweging door waarneming van een vrij bewegende slinger.

Materiaal

- ✓ calculator
- ✓ CBR
- ✓ calculator-CBR snoertje
- ✓ montageklem
- ✓ stopwatch
- ✓ slinger
- ✓ lineaal
- ✓ TI ViewScreen (optioneel)

Suggesties voor gewichten:

- ballen van verschillende afmetingen (≥ 5 cm diameter)
- frisdrankblikjes (leeg en vol)
- zakken met bonen

Aanwijzingen

Zie pagina 6–12 voor hints over goede metingen.

Natuurkundige verbanden

Een voorwerp voert een harmonische beweging periodiek uit als gevolg van een terugwerkende kracht die evenredig is met de verplaatsing van het voorwerp uit de evenwichts- (rust)positie. Deze beweging kan door twee grootheden worden beschreven.

- De tijdsduur T is de tijd benodigd voor een volledige periode.
- De amplitude A is de maximale verplaatsing van het voorwerp uit de *evenwichtspositie* (de plaats waar het gewicht zich in rust bevindt).

Voor een enkelvoudige slinger is de tijdsduur T :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

waarbij L de lengte van het koord is en g de grootte van de versnelling door de zwaartekracht. T hangt niet af van de massa van het voorwerp of van de amplitude van de beweging die het voorwerp uitvoert.

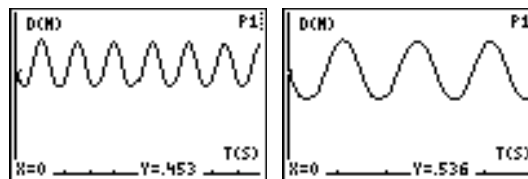
De frequentie f (het aantal volledige periode per seconde) wordt gevonden door:

$$f = \frac{1}{T}, \quad \text{waarbij } f \text{ in hertz (Hz) wordt uitgedrukt als}$$

T in seconden wordt uitgedrukt.

Een afgeleide van een sinusoïde grafiek is ook een sinusoïde. Let met name op de relatie tussen de fasen van de plaats van het gewicht en de snelheid ervan.

Te verwachten grafieken



Te verwachten antwoorden

1. verschillend (in meter)
2. verschillend (in meter)
3. verschillend (in seconden); T (een periode) = totale tijd: 10 perioden/10; het nemen van een gemiddelde van meer metingen geeft een vermindering van de meetfouten
4. de totale booglengte, die ca. 4x het antwoord op vraag 2 moet zijn; omdat een boog langer is dan een rechte lijn
5. sinusoïde, herhalend, periodiek; afstand van de x-as tot de evenwichtspositie
6. elke periode wordt horizontaal "uitgesmeerd"; een grafiek over 10 seconden moet meer perioden in dezelfde grootte van het scherm weergeven, daarom komen deze dicht bij elkaar
7. (totaal aantal perioden)/(5 seconden) = perioden/seconde; het is gemakkelijker om volledige perioden te bekijken; minder meetfouten
8. $f = 1/T$, waarbij T is de tijd gedurende 1 periode
9. verkleinde periode; vergrote periode
(De slingerlengte is rechtstreeks gerelateerd aan de periode; hoe langer het koord, des te langer de periode. Leerlingen kunnen deze relatie verkennen door middel van de list editor van de calculator, waarbij zij de tijdsduur voor verschillende waarden van L kunnen berekenen.)
10. A (amplitude) = $\frac{1}{4}$ van de totale afstand die de slinger aflegt in 1 periode
11. beide sinusoiden; verschillen in amplitude en fase
12. evenwichtspositie
13. als positie = maximum- of minimumwaarde (wanneer het gewicht zich op de grootste afstand van het evenwichtspunt bevindt).
14. Niet. T hangt alleen van L en g af, niet van de massa.

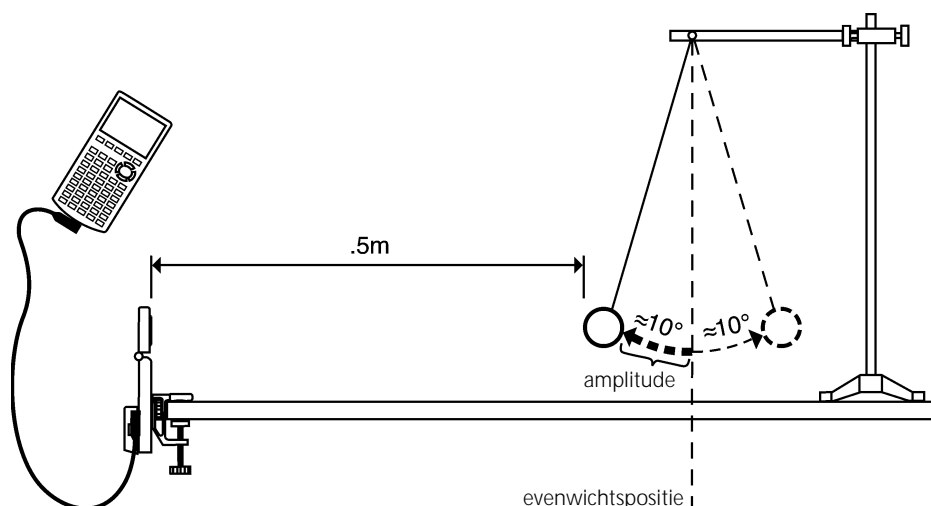
Vervolgverkenning

Meting: de grafiek van L2 versus L3 vormt een ellips.

Metingen

- 1 Plaats de slinger. Richt de slinger zó, dat deze in een rechte lijn met de CBR beweegt.

Hints: Plaats the CBR tenminste 0,5 meter van het dichtstbijzijnde punt van het gewicht. Zorg ervoor dat er niets in de *clear zone* staat (zie pagina 7).



- 2 Meet met een lineaal de afstand vanaf de CBR tot de evenwichtspositie.
Beantwoord vraag 1 op het werkblad.
Meet vanaf hoever je het gewicht van de evenwichtspositie af laat bewegen.
Beantwoord vraag 2.
- 3 Een periode is de tijd die de slinger nodig heeft voor een volledige beweging naar voor en naar achter. Meet met een stopwatch de tijdsduur, nodig voor tien volledige periodes. *Beantwoord vraag 3 en 4.*
- 4 Start het RANGER programma (zie pagina 5 voor de toetsaanslagen voor elke calculator). Een efficiënte methode is dat één persoon de slinger start terwijl iemand anders de calculator en CBR bedient. Kies vanuit het MAIN MENU: SETUP/SAMPLE.
- 5 Druk op **[ENTER]** om de instellingen weer te geven. Bij deze activiteit moeten deze als volgt zijn:

REALTIME:	NO
TIME (S):	10 SECONDEN
DISPLAY:	DISTANCE
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	LIGHT
UNITS:	METERS
- 6 De instructies voor het wijzigen van een instelling vind je op pagina 38. Kies, wanneer deze juist zijn, START NOW.
- 7 Druk op **[ENTER]** als je wilt beginnen. Je hoort een klikkend geluid tijdens het verzamelen van gegevens en u ziet de melding TRANSFERRING... op de calculator.
- 8 Nadat de gegevens verzameld zijn, geeft de calculator automatisch een Afstand-tijd grafiek van de verzamelde meetpunten weer. *Beantwoord vraag 5.*

Verkenning**Meting 2**

Kies vanuit het MAIN MENU: SETUP/SAMPLE. Wijzig in het SETUP scherm de tijd van 10 in 5 seconden. Herhaal de meting. Kijk naar de grafiek. *Beantwoord vraag 6 en 7.*

De hoeveelheid die je hebt vastgesteld (perioden per seconde) heet de *frequentie*. Hoewel je de frequentie in vraag 7 hebt berekend met behulp van de grafiek, kun je deze wiskundig berekenen uit:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{waarbij } T \text{ de tijdsduur in seconden is en } f \text{ de frequentie is in hertz (Hz).}$$

Beantwoord vraag 8.

Metingen 3 en 4

Herhaal de meting gedurende 5 seconden nog twee maal. Maak bij de eerste meting het koord korter. Maak bij de tweede meting het koord langer. *Beantwoord vraag 9* nadat je deze grafieken hebt bestudeerd.

Een andere belangrijke afstands die invloed heeft op de beweging van de slinger is de *amplitude*. Het antwoord op vraag 2 was de amplitude van die slingeruitslag. *Beantwoord vraag 10.*

Vervolgverkenning**Meting 5**

Kies vanuit het PLOT MENU: VELOCITY-TIME. *Beantwoord vraag 11, 12 en 13.*

Meting 6

Herhaal de meting met een aanzienlijk lichter of zwaarder gewicht en *beantwoord daarna vraag 14.*

Fit de afstand-tijd grafiek van de slinger met behulp van de formule voor een sinusfunctie, $S = A \sin(\omega t + \delta)$, waarbij S de positie van het moment is, A de amplitude is, ω de frequentie is, δ de fasehoek is en t de tijd is. De frequentie, ω , is gerelateerd aan de periode, T , door $\omega = 2\pi/T$.

Voer deze vergelijking in in de Y= editor met de berekende waarden van A en ω . Maak gelijktijdig een diagram van deze functie en de statistische grafiek van L1 (tijd) versus L2 (afstand). Pas de waarden van A , ω en δ aan totdat er een goede "fit" ontstaat. Op de TI-83 of TI-86 kunt u de sinusregressie gebruiken om de waarden vast te stellen.

Verken de relatie tussen positie en snelheid door een grafiek te maken van L2 (afstand) versus L3 (snelheid). Hier zal de resulterende grafiek er naar je mening uit zien? Vergelijk het uiteindelijke resultaat met jouw voorspelling.

Activiteit 3—Slinger

Naam _____

Meting

1. Wat is de afstand vanaf de CBR tot de evenwichtspositie? _____
2. Hoe ver ga je de slinger vanuit de evenwichtspositie brengen? _____
3. Wat was de tijd voor tien periodes? _____
Bereken hoe lang (in seconden) het duurt om een periode te voltooien. _____
Wat is het voordeel van het meten van tien volledige perioden i.p.v. slechts één? _____
4. Schat de totale afstand die in één periode wordt afgelegd met behulp van het antwoord op vraag 2.

Waarom is deze waarde lager dan de werkelijke afstand die in één periode wordt afgelegd? _____
5. Wat valt je op aan de vorm van de grafiek? _____
Hoe wordt de waarde uit vraag 1 weergegeven in de grafiek? _____

Verkenning

6. Hoe verandert de vorm van de grafiek? Waarom? _____

7. Bereken met behulp van de gegevens uit de grafiek, het aantal volledige perioden per seconde. _____
Waarom is het gemakkelijker om dit vast te stellen met de tweede grafiek (over 5 seconden) dan met de eerste (over 10 seconden)? _____
8. Bereken de frequentie voor een periode met de vergelijking. _____
9. Welke invloed heeft het verkorten van de lengte van het koord op de tijdsduur van de slinger? _____
Welke invloed heeft het verlengen van het koord op de periode van de slinger? _____
10. Wat is de relatie tussen de amplitude van de slingeruitslag en de totale afstand die de slinger aflegt in een periode? _____

Vervolgvragen

11. Vergelijk de Afstand-tijd grafiek met de Snelheid-Tijd grafiek. Som de overeenkomsten en verschillen. _____

12. In welke positie is de snelheid van het gewicht maximaal? _____
13. In welke positie is de snelheid minimaal? _____
14. Welke invloed heeft het veranderen van het gewicht op de grafiek? Waarom? _____

Activiteit 4—Stuiterende bal aantekeningen voor docenten

Concepten

Te verkennen functie: parabolische functie.

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

Materiaal

- ✓ calculator
- ✓ CBR
- ✓ calculator-CBR snoertje
- ✓ grote speelbal (20 cm)
- ✓ TI ViewScreen (optioneel)

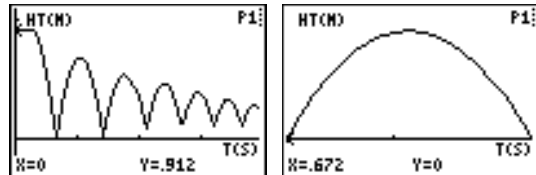
Aanwijzingen

Deze activiteit kan het beste door twee leerlingen worden uitgevoerd, waarbij de een de bal vasthoudt en de ander op **TRIGGER** drukt.

Zie pagina 6–12 voor hints over goede metingen.

De grafiek moet eruit zien als een stuiterende bal. Zo niet, moet de meting worden herhaald, waarbij je controleert of de CBR 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 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 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. Kies één enkele stuitering met PLOT TOOLS, SELECT DOMAIN. Vervolgens QUIT uit het MAIN MENU. Ga te werk volgens de bedieningsinstructies van de calculator voor het uitvoeren van een kwadratische regressie op list L1 en L2.

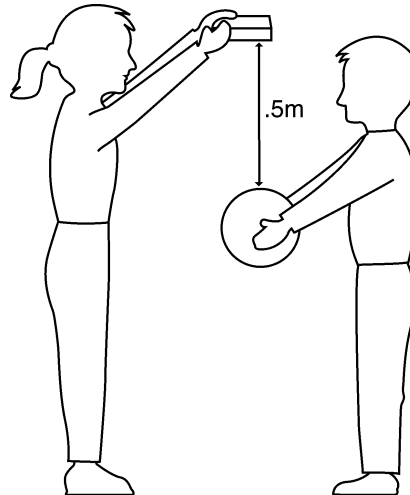
Uitbreidingen

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).

Meting

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

Hints: Plaats de CBR 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 het RANGER programma (zie pagina 5 voor de toetsaanslagen voor elke calculator).
- 3 Kies vanuit het MAIN MENU: APPLICATIONS. Kies METERS.
- 4 Kies vanuit het APPLICATIONS menu BALL BOUNCE. Er volgen algemene instructies. BALL BOUNCE zorgt automatisch voor de instellingen.
- 5 Houd de bal vast met gestrekte armen. Druk op **ENTER**. Het RANGER programma staat nu in Trigger mode. Op dit moment, kun je de CBR van de calculator loskoppelen.
- 6 Druk op **TRIGGER**. Als het groene lampje begint te knipperen, laat u de bal los en doet u een stap achteruit. (Ga, als de bal opzij stuiter, mee zodat de CBR recht boven de bal blijft, maar zorg ervoor dat de hoogte van de CBR **niet** verandert.)

Je hoort een klikkend geluid tijdens het verzamelen van gegevens. Er worden gegevens verzameld over de tijd en afstand en er worden gegevens berekend over snelheid en versnelling. Als je de CBR hebt losgekoppeld, sluit je deze nu weer aan nadat de metingen klaar zijn.

- 7 Druk op **ENTER**. (Als de grafiek er niet goed uitziet, herhaal je de meting.) 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.) *parabolische functie*

Verkenning

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

- 1 Druk op **[ENTER]**. Kies vanuit het PLOT MENU: PLOT TOOLS en dan SELECT DOMAIN. Wij willen de eerste volledige stuitering selecteren. Breng de cursor naar de basis van het begin van de stuitering en druk op **[ENTER]**. Breng de cursor naar de basis aan het einde van die stuitering en druk op **[ENTER]**. De grafiek wordt opnieuw getekend, waarbij slechts één stuitering in aanmerking wordt genomen.
- 2 De grafiek staat in TRACE mode. Bepaal de top van de stuitering. *Beantwoord vraag 5* op het werkblad.
- 3 Druk op **[ENTER]** om terug te gaan naar het PLOT MENU. Kies MAIN MENU. Kies QUIT.
- 4 De formule voor de top van de kwadratische vergelijking, $Y = A(X - H)^2 + K$, past bij deze analyse. Druk op **[Y=]**. Schakel in de Y= editor, eventueel geselecteerde functies uit. Vul de formule voor de top van de kwadratische vergelijking:
 $Yn=A*(X-H)^2+K$.
- 5 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**.
- 6 Druk op **[GRAPH]** om het diagram weer te geven. *Beantwoord vraag 6 en 7*.
- 7 Probeer $A = 2, 0, -1$. *Vul het eerste deel van de tabel in vraag 8 in en beantwoord vraag 9*.
- 8 Kies eigen waarden voor **A** totdat er een goede match ontstaat voor de grafiek. *Leg uw keuzes voor A vast in de tabel in vraag 8*.
- 9 Herhaal de activiteit, maar kies nu de laatste (rechter) volledige stuitering. *Beantwoord vraag 10, 11 en 12*.

Vervolgverkenning

- 1 Herhaal de meting, maar kies niet één enkele parabool.
- 2 Leg de tijd en hoogte van elke opeenvolgende stuitering vast.
- 3 Bepaal de verhouding tussen de hoogten van elke opeenvolgende stuitering.
- 4 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 programma de grafiek omgedraaid? _____
4. Waarom lijkt het op de grafiek alsof de bal over de grond is gestuiterd? _____

Verkenning

5. Leg de maximale hoogte en overeenkomstige tijd vast voor de eerste volledige stuitering. _____
6. Komt het diagram voor $A = 1$ overeen met uw grafiek? _____
7. Waarom of waarom niet? _____
8. Vul onderstaande tabel in.

A	Wat levert een vergelijking van de data plot en het Yn diagram 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: parabolische 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, $y = ax^2 + bx + c$.

Materiaal

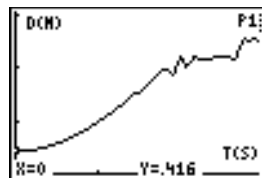
- ✓ calculator
- ✓ CBR
- ✓ calculator-CBR snoertje
- ✓ montageklem
- ✓ grote speelbal (20 cm)
- ✓ lange helling (tenminste 2 meter—een lichtgewicht plaat voldoet goed)
- ✓ gradenboog om de hoek te meten
- ✓ boeken als ondersteuning voor de helling
- ✓ TI ViewScreen (optioneel)

Aanwijzingen

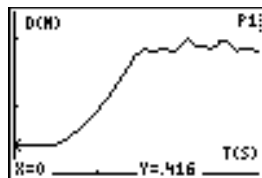
Bespreek hoe de hellingshoek wordt gemeten. Laat leerlingen hun eigen creativiteit hierin ontwikkelen. Het is mogelijk om een trigonometrische berekening, gevouwen papier of een gradenboog te gebruiken.

Zie pagina 6–12 voor hints over goede metingen.

Te verwachten grafieken



15°



30°

Te verwachten antwoorden

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

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_1t + s_1 \text{ waarbij}$$

- s de positie is van een voorwerp op tijd t
- a de versnelling ervan is
- v_1 de beginsnelheid ervan is
- s_1 de beginpositie ervan is

In de kwadratische vergelijking $y = ax^2 + bx + c$, staat y voor de waarde van de afstand vanaf de CBR 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.

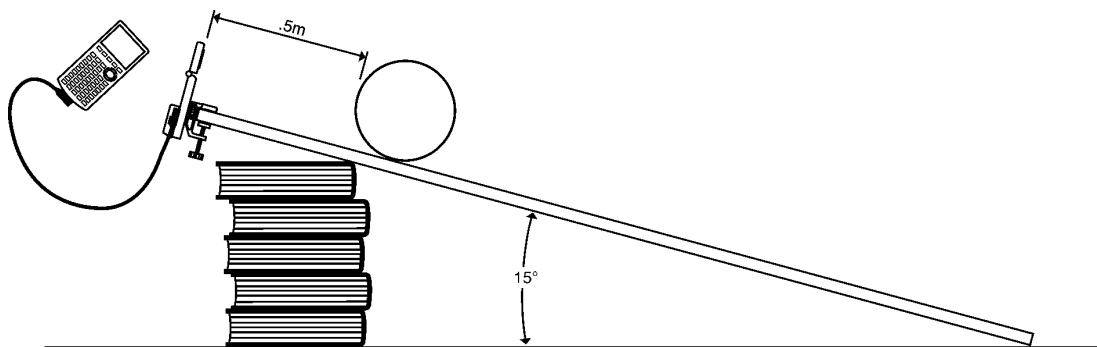
Als leerlingen handmatig een fit voor de vergelijking $y = ax^2 + bx + c$ zoeken, moet u misschien aanwijzingen geven voor de waarden van b en c . U kunt hen ook opdragen een kwadratische regressie op lijst L1, L2 te maken met behulp van hun calculators. De versnelling van de bal is te danken aan de 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.** Stel de helling in op een hoek van 15° . Bevestig de klem aan de bovenkant van de helling. Bevestig de CBR aan de klem. Open de kop van de sensor en plaats deze loodrecht op de helling. Bevestig de calculator aan de CBR.

Maak een merkteken op de helling, op 0,5 meter van de CBR. Laat één leerling de bal op dit punt vasthouden, terwijl een tweede leerling de calculator vasthoudt.

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



- 2 Start het RANGER programma (zie pagina 5 voor de toetsaanslagen voor elke calculator). Kies uit het MAIN MENU: SETUP/SAMPLE.
- 3 Druk op **[ENTER]** om de instellingen weer te geven. Voor deze activiteit moeten deze als volgt zijn:

```

REALTIME: NO
TIME (S): 3 SECONDEN
DISPLAY: DISTANCE
BEGIN ON: [ENTER]
SMOOTHING: LIGHT
UNITS: METERS
    
```

De instructies voor het wijzigen van een instelling vind je op pagina 38.

- 4 Kies, als de instellingen juist zijn, START NOW. Druk op **[ENTER]** om te beginnen met de metingen.
- 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 en 3.**
- 7 Druk op **[ENTER]** om het PLOT MENU weer te geven. Kies PLOT TOOLS en kies daarna SELECT DOMAIN. Breng de cursor naar de plaats waar de bal werd losgelaten en druk op **[ENTER]**. Breng de cursor naar de plaats waar de bal het einde van de helling bereikte en druk op **[ENTER]**. De grafiek wordt opnieuw getekend, waarbij alleen dat gedeelte van de meting wordt weergegeven dat overeenkomt het afrollen van de helling. **Beantwoord vraag 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)→A:L1-A→L1.

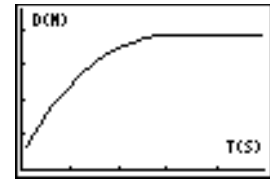
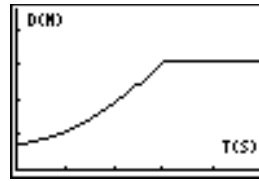
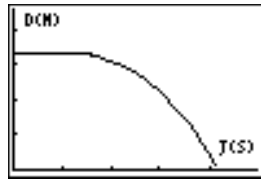
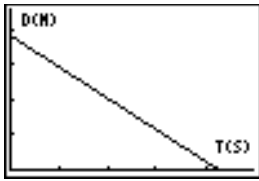
- 1 Bereken de waarden van a , b en c voor de familie van krommen in de formule $y = ax^2 + bx + c$ bij 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 90° .
- 2 Wat zijn de minimale en maximale waarden van a ? Waarom?
- 3 Geef de wiskundige relatie tussen a en de hellingshoek.

Activiteit 5—Rollende bal

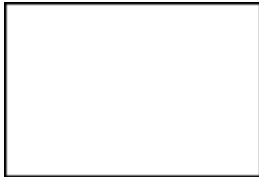
Naam _____

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 geeft de x-as weer? _____
Wat zijn de eenheden? _____
Welke natuurkundige grootheid 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.



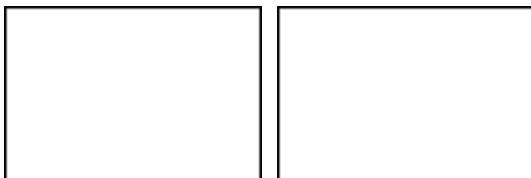
4. Welk type functie geeft deze grafiek weer? _____
5. Bespreek hoe je begrip is veranderd tussen het diagram gekozen bij vraag 1 en de kromme die je bij in vraag 3 hebt geschetst. _____

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?

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

CBR 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 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 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 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, parabolisch, 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 het RANGER programma verlaat, herinnert een prompt u aan de lijsten waarin REALTIME=NO gegevens voor tijd, afstand, snelheid en versnelling zijn opgeslagen.

CBR grafieken—het verband tussen de fysieke wereld en wiskunde

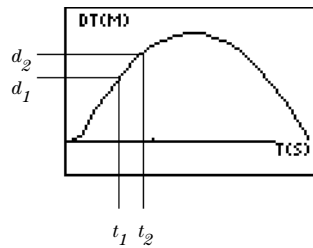
De grafieken die op basis van de verzamelde gegevens door RANGER zijn gemaakt, zijn een visuele weergave van de relaties tussen de natuurkundige en wiskundige omschrijvingen van beweging. Leerlingen hebben aanmoediging nodig om de vorm van de grafiek te herkennen, analyseren en bespreken in termen van 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.

- Een *Afstand-tijd grafiek* stelt de positie (bij benadering) van een voorwerp voor (afstand vanaf de CBR) 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) 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) 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.
- *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 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 af gaat; een negatieve waarde geeft aan dat de beweging naar de CBR toe gaat.

CBR 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 beweegt, zal met snelheid 0 worden waargenomen.

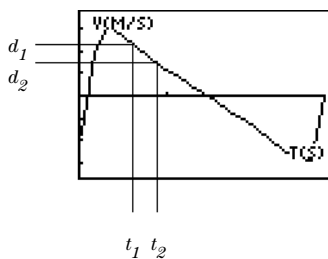
De wiskunde van afstand, snelheid en versnelling



Afstand-tijd grafiek

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

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



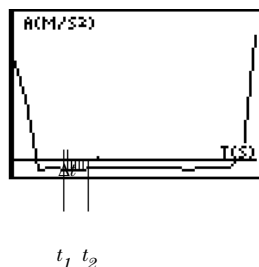
Snelheid-Tijd grafiek

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

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

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).

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



Versnelling-Tijd grafiek

Web-site informatiebronnen

Op onze web site, <http://www.ti.com/calc>, vindt u:

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

Extra informatiebronnen

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

CBR-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 deze automatisch naar de calculator, waar deze in lijsten worden opgeslagen. Telkens wanneer u het RANGER programma 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.

Bij REALTIME=YES worden slechts de gegevens voor de geselecteerde grafiek (afstand, snelheid of versnelling) berekend en verzonden. Bij REALTIME=NO worden alle gegevens berekend en overgedragen.

Instellingen worden opgeslagen in lijst L5

Met het RANGER SETUP scherm is het gemakkelijk om de meest gebruikte CBR parameters te wijzigen (zie pagina 38).

Als u het RANGER programma vanaf de CBR verzendt, wordt L5 automatisch vervangen door een nieuwe lijst met de standaardwaarden.

Zie pagina 40–41 voor informatie over programmeercommando's die de overige instellingen wijzigen.

De lijsten met gegevens gebruiken

De lijsten worden niet verwijderd wanneer u het RANGER programma 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 de gegevens van de slingerbeweging verzamelen met behulp van RANGER, dan RANGER verlaten en tenslotte een grafiek van de Snelheid-versnelling maken om elliptische functies te verkennen. (Het is mogelijk dat u het venster moet aanpassen)

RANGER instellingen

RANGER instellingen wijzigen

RANGER geeft de meest gebruikte instellingen weer voordat de meting begint.

- 1 Kies uit het MAIN MENU in het RANGER programma: SETUP/SAMPLE. De huidige instellingen worden weergegeven. ▶ geeft de plaats van de cursor aan.

MAIN MENU START NOW

REALTIME: → YES *of* NO
TIME (S): → TOTAL TIME = 1–99 SECONDEN (*slechts bij REALTIME=NO*)
DISPLAY: → DISTANCE, VELOCITY, *or* ACCELERATION
BEGIN ON: → [ENTER], [TRIGGER], *or* 10-SECOND DELAY
SMOOTHING: → NONE, LIGHT, MEDIUM, *of* HEAVY
UNITS: → METER

- 2 Druk op ▼ of ▲ om naar de gewenste instelling te gaan.
- 3 Druk op [ENTER] om de beschikbare opties te doorlopen. Druk op ▼ om naar de volgende optie door te gaan als de waarde van de optie juist is. Om de waarde van TIME te wijzigen, voert u 1 of 2 getallen in en drukt u op ▼ of ▲.
- 4 Wanneer alle instellingen juist zijn, drukt u op ▼ of ▲ totdat de cursor op START NOW staat.
 - Druk op [ENTER] om door te gaan.
 - Druk op [4] om terug te gaan naar het MAIN MENU en druk dan op [ENTER].

De nieuwe instellingen blijven van kracht tenzij u SET DEFAULTS kiest, een applicatie uitvoert, of een ander programma uitvoert waardoor de instellingen worden gewijzigd. Als u met L5 werkt buiten het RANGER programma of als u L5 verwijderd, kunnen de standaard instellingen worden hersteld als u RANGER de volgende keer uitvoert.

De RANGER 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.

- 1 Kies uit het MAIN MENU in het RANGER programma: SET DEFAULTS.

De instellingen worden veranderd in de standaardwaarden en het SETUP scherm wordt weergegeven.

- 2 Als u een standaardinstelling een andere waarde dan de standaardwaarde wilt geven, gaat u te werk zoals hierboven aangegeven.
- 3 Druk op [ENTER] als de cursor op START NOW staat, om door te gaan.

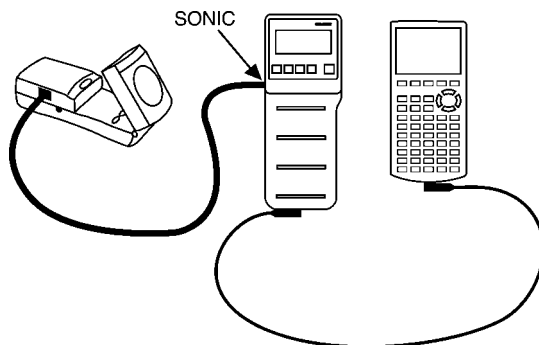
Andere RANGER instellingen

Het RANGER programma biedt toegang tot de meest gewijzigde instellingen. CBR heeft nog andere instellingen. Zie pagina 40–41 voor informatie over programmeercommando's waardoor deze instellingen worden gewijzigd.

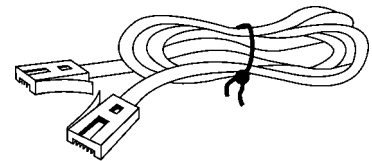
Het gebruik van CBR met CBL of met CBL programma's

Het gebruik van CBR als conventionele afstandssensor met CBL

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



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



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

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

Het gebruik van CBR met programma's die zijn geschreven voor CBL

U kunt de CBR gebruiken met de meeste CBL programma's die uitsluitend zijn geschreven voor een afstandssensor zonder wijzigingen of slechts minimale wijzigingen aan het programma.

De meting stoppen: Bij sommige CBL programma's die gebruik maken van de REALTIME=YES gegevensverzameling gaat de CBR door met meetpunten. Ga op een van de hierna beschreven manieren te werk om het verzamelen van gegevens aan het eind van de meettijd te stoppen:

- Druk op **TRIGGER** op de CBR.
- Voeg "statements" toe aan het bestaande CBL programma om het commando {6,0} naar de CBR te zenden. Dit statement moet staan na het moment waarop de gegevens zijn verzonden en weergegeven. Bijvoorbeeld:

```
{6,0}→L6:SEND L6
```

Geluid aan of uitzetten: Om het geluid uit te zetten, voegt u statements toe aan het bestaande CBL programma om het commando' {6,3} naar de CBR te zenden. Het statement moet staan voordat het verzamelen van gegevens begint. Bijvoorbeeld:

```
{6,3}→L6:SEND L6
```

Om het geluid aan te zetten, hoeft u het RANGER programma alleen te starten.

Bij problemen: Als u een CBL programma uitvoert en het erop lijkt dat de CBR niet reageert of geblokkeerd is, start u het RANGER programma. Bezoek de TI web site (zie pagina 36), waar mogelijk een bijgewerkte versie van het CBL programma staat.

Programmeercommando's

Command 0	Wist het system en voert een reset uit	{0}
	Wist alles. Stelt de standaardwaarden bij aanzetten in. Kanaal 11 wordt automatisch geselecteerd.	
Command 1	Wist Kanaal	{1,0}
	Wist kanaal.	
Command 1	Kanaal	{1,11,bewerking,post processing,0,temperatuurconversie}
	<i>bewerking</i>	Resultaten
	0 (REALTIME=NO)	Wist alles. Stelt de standaardwaarden bij aanzetten in.
	1 (REALTIME=NO)	Meter, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	2 (REALTIME=NO)	Meter, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	3 (REALTIME=NO)	Voet, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	<i>bewerking</i>	Resultaten
	0 (REALTIME=YES)	Wist alles. Stelt de standaardwaarden bij aanzetten in.
	1 (REALTIME=YES)	Meter, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	2 (REALTIME=YES)	Meter, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	3 (REALTIME=YES)	Voet, de CBR geeft {afstand,Δtijd}
	4 (REALTIME=YES)	Meter, de CBR geeft {afstand,snelheid,Δtijd}
	5 (REALTIME=YES)	Voet, de CBR geeft {afstand,snelheid,Δtijd}
	6 (REALTIME=YES)	Meter, de CBR geeft {afstand,snelheid,versnelling,Δtijd}
	7 (REALTIME=YES)	Voet, de CBR geeft {afstand,snelheid,versnelling,Δtijd}
	<i>post_processing</i>	Resultaten
	0 (standaard)	Geen
	1 (REALTIME=NO)	d/dt (1e afgeleide)
	2 (REALTIME=NO)	d ² /dt ² (2e afgeleide)
	<i>temperatuurconversie</i>	Resultaten
	0 (standaard)	Schakelt temperatuurcompensatie uit.
	1	Schakelt temperatuurcompensatie in.
Command 2	Data setup	{2,data_type,0,0,0,0,0,0}
	<i>data_type</i>	Resultaten
	1 (standaard)	Lijst
Command 3	Meting/Trigger	{3,meting_tijd,metingnr.,trigger,0,0,0,record_tijd,filter}
	<i>meting_tijd</i>	Resultaten
	0.005–1500 (0.1)	Tijd in seconden tussen elke meting
	0.0001–0.005	Rondt af naar 0,005.
	1500<x<16000	Rondt af naar 1500.
	<i>sample#</i>	Resultaten
	-1	Selecteert REALTIME=YES meetmode.
	1–512 (REALTIME=NO)	Neemt van 1 tot 12 steekproeven.
	<i>trigger</i>	Resultaten
	0	Begint met meten zonder trigger.
	1 (standaard)	Begint met meten bij TRIGGER .
	7	Wacht 10 seconden en begint met meten.
	<i>record_time</i>	Resultaten
	0 (standaard)	Geen
	1 (REALTIME=NO)	Absolute tijd (start bij tijd 0 en past de meettijd aan)
	2 (REALTIME=NO)	Relatieve tijd (start bij tijd 0 en past de meettijd aan)
	<i>filter</i> (zie command 1, bewerkingsveld)	Resultaten
	0 (standaard)	Geen filtering
	1 (REALTIME=NO)	5-punts Savitzsky-Golay effening
	2 (REALTIME=NO)	9-punts Savitzsky-Golay effening
	3 (REALTIME=NO)	17-punts Savitzsky-Golay effening
	4 (REALTIME=NO)	29-punts Savitzsky-Golay effening
	5 (REALTIME=NO)	3- punts filter voor vaststellen van mediaan
	6 (REALTIME=NO)	5- punts filter voor vaststellen van mediaan
	7 (REALTIME=YES)	Light REALTIME=YES tracking filter
	8 (REALTIME=YES)	Medium REALTIME=YES tracking filter
	9 (REALTIME=YES)	Heavy REALTIME=YES tracking filter

Programmeercommando's (verv.)

Command 4	Temperatuurcompensatie	{4,vergelijking#,vergelijking_type,temperatuur,units}
<p><i>equation#</i> 0 (standaard) 4</p> <p><i>equation_type</i> 0 (standaard) 13</p> <p><i>temperatuur</i> floating-point number</p> <p><i>units</i> 0 (standaard) 1 2 3 4</p>	<p>Resultaten Wist alle vergelijkingen. Wijst vergelijking 4 toe.</p> <p>Resultaten Wist de vergelijking. Wijst temperatuurcompensatie toe.</p> <p>Resultaten Stelt de huidige temperatuur in.</p> <p>Resultaten Geen (genegeerd door CBR). Stelt T graden in op Celsius. Stelt graden = Fahrenheit. Stelt graden = Celsius. Stelt graden = Kelvin. Stelt graden = Rankin where $R = F + 459.7$.</p>	
Command 5	(REALTIME=NO) Data range setup	{5,first_channel,data_select,data_begin,data_end}
<p><i>first_channel</i> 0 (standaard) 1, 2, 3, 11, 21 -1</p> <p><i>data_select</i> 0 1 2 3 4 5</p> <p><i>data_begin</i> 1-512</p> <p><i>data_end</i> 0-512</p>	<p>Resultaten Selecteert het laagste actieve kanaal. Specificeert ultrasoon kanaal. Registreert tijdslijst.</p> <p>Resultaten Filter gegevens {afstand} Filter d/dt gegevens {snelheid} Filter d^2/dt^2 gegevens {versnelling} Ruwe gegevens {afstand} Ruwe d/dt gegevens {snelheid} Ruwe d^2/dt^2 gegevens {versnelling}</p> <p>Resultaten Eerste gegevenselement van GET</p> <p>Resultaten Laatste gegevenselement van GET (0 = laatste meting)</p>	
Command 6	Systems options	{6,system_command[,bewerking]}
<p><i>system_command</i> 0 2 (standaard) 3 4 5 6</p> <p><i>bewerking</i> floating-point number 0-6</p>	<p>Resultaten Stopt met meten (voor compatibiliteit met CBL). Stopt met meten. Schakelt geluid uit (geluid staat aan bij aanzetten). Schakelt geluid in (geluid staat aan bij aanzetten). Stelt ID-nummer in (<i>bewerking</i> vereist). Stelt nieuw filter in op eerdere gegevens (<i>bewerking</i> vereist).</p> <p>Resultaten ID_Nummer van form <i>n.nnnnn</i> (<i>system_command</i> = 5) Nieuw filter voor eerder verzamelde gegevens (<i>system_command</i> = 6)</p>	
Command 7	Request status	{7}
<p>Geeft een lijst met:</p> <p>10.rrrr 0-99 0-2 11 sample_time trigger_condition function post_processing filter samples recorded_time temperature piezo_flag system_state window_start window_end id_number</p>	<p>DeviceCode.RomVersie Laatste foutcode (0 = geen fout) Batterijstatus (0 = OK; 1 = laag tijdens meting; 2 = altijd laag) Identificatie ultrasoon kanaal Huidig meetinterval in seconden Huidige trigger-optie Huidige kanaalfunctie (1-9) Huidige post-processing optie (0-2) Huidige filteringniveau (0-9) Aantal beschikbare metinge; 0-512 REALTIME=NO; -1 REALTIME=YES Geregistreerde tijdoptie (0-2) Temperatuur (°C) 0 = geluid uit; 1 = geluid aan 1 = geen setup; 2 = klaar om te starten; 3 = triggered/meten; 4 = klaar 0 = nog geen command 5; 1-512 0 = gebruik xx elementen; 1-512 6-cijferig ID-nr (standaard 0.00000) ingesteld door commando 6 (<i>system_command</i> = 5)</p>	

Batterij type

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

Batterijen plaatsen

Terwijl u de CBR ondersteboven houdt, duwt u het kapje van de batterijhouder naar de achterkant van de CBR. Plaats de batterijen volgens de tekening aan de binnenkant van het CBR batterijhouder. 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 -. Schuif het kapje weer op de plaats. De CBR is klaar om te beginnen met meten,

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

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

- Het RANGER programma geeft een waarschuwing melding op de display van de calculator weer tijdens het verzamelen van gegevens.
- Het rode lampje knippert met tussenpozen tijdens het verzamelen van gegevens.

Status van de CBR batterijen

U kunt de status van de batterijen controleren voordat u begint met meten. Kies uit het MAIN MENU: TOOLS en kies dan CBR STATUS. De batterijstatus, OK of REPLACE, wordt dan weergegeven.

Voorzorgsmaatregelen bij 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:
Problemen bij het overdragen van het RANGER programma of bij het verzamelen van gegevens	Controleer of de verbinding van de calculator met de CBR goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Controleer of de batterijen (bijna) leeg zijn (zie pagina 42).
CBR begint vanzelf met het verzamelen van gegevens	Als u de CBR 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 op de juiste manier het RANGER programma (met QUIT) voordat u de CBR opbergt, verlaat op de juiste manier het CBR of CBL programma.
LINK ERROR melding	Koppel de CBR aan de calculator met de kabel van de calculator naar de CBR. Controleer of de verbinding van de calculator met de CBR goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Als u de CBR niet wilt (of kunt) aansluiten op de calculator, drukt u op ON om het programma te verlaten en kiest u daarna QUIT.
Onvoldoende geheugen	Er moet voldoende geheugen voor het RANGER programma en voor de data lists aanwezig zijn. De programma's en lijsten hebben ca. 17.500 bytes nodig. Verwijder (zo nodig) programma's en/of gegevens.
Meldingen op de calculator komen niet overeen met de instructies bij de activiteit	Deze handleiding is van toepassing voor alle TI calculators die met de CBR kunnen worden gebruikt; daarom kan het zijn dat sommige menunamen, schermen of toetsen in deze handleiding niet (helemaal) overeenkomen met die van uw calculator. Kies de menunaam, het scherm of de toets die het meest in de buurt komt. Als de instructies bijvoorbeeld luiden "Kies DISTANCE MATCH," zou u op de TI-83: DIST MATCH kiezen.
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 rechtstreeks op het voorwerp gericht is. Lees pagina 6–12 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 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 calculator met de CBR goed is aangesloten. Duw beide uiteinden van de kabel altijd stevig aan. Controleer of de batterijen (bijna) leeg zijn (zie pagina 42). Controleer of de mate van smoothing niet te groot of te klein is.
CBR werkt niet met een TI-85	Controleer of er "CBL" staat aan het einde van het serienummer op de achterkant van de calculator; dit staat voor compatibiliteit met CBL en CBR. De TI-85 heeft geen mogelijkheden tot het maken van statistische grafieken en daarom zijn sommige verkenningen (zoals het gebruik van TRACE bij geplotte gegevens) niet mogelijk op de TI-85.
Kabel van de calculator naar de CBR is zoek	U kunt de kabel van de calculator naar een andere calculator die bij de calculator is geleverd, gebruiken. (Deze kabel is veel korter, dus het kan raadzaam zijn om een nieuwe kabel te bestellen.)
Batterijen zijn vaak (bijna) leeg	Voordat u de CBR opbergt, dient u het RANGER programma (met behulp van QUIT) of enig ander CBR of CBL programma te verlaten en de CBR van de calculator los te koppelen.
Bij het starten van het RANGER programma gebeurt er niets	Nadat u het RANGER programma hebt bewerkt of bekeken, kan het bij de volgende keer wanneer u dit programma start, maximaal twee minuten duren voordat de calculator het programma klaar heeft om te starten. Dit is niets bijzonders.
Foutmelding: Variabele is geblokkeerd of beschermd (uitsluitend bij TI-92)	Deblokkeer de variabelen L1, L2, L3, L4 en L5. Zie de handleiding bij de calculator.

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: <http://www.ti.com/calc>

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.

RANGER MAIN MENU

SETUP / SAMPLE

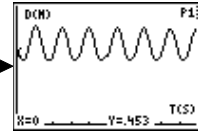
SET DEFAULTS

```

MAIN MENU  ▶START NOW
REALTIME:  . . . . .
TIME(S):   . . . . .
DISPLAY:   . . . . .
BEGIN ON:  . . . . .
SMOOTHING: . . . . .
UNITS:     . . . . .
    
```

```

MAIN MENU  ▶START NOW
REALTIME:  YES
TIME(S):   15
DISPLAY:   DIST
BEGIN ON:  CENTER
SMOOTHING: NONE
UNITS:     METERS
    
```



NO
YES

1-99
(REALTIME=NO)

DISTANCE
VELOCITY
ACCELERATION

[ENTER]
[TRIGGER]
DELAY

NONE
LIGHT
MEDIUM
HEAVY

METERS
FEET

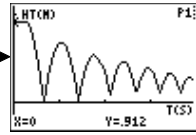
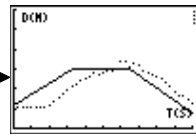
APPLICATIONS

```

UNITS
METERS
FEET
    
```

```

APPLICATIONS
DISTANCE MATCH
VELOCITY MATCH
BALL BOUNCE
MAIN MENU
    
```



```

OPTIONS
SAME MATCH
NEW MATCH
APPLICATIONS
MAIN MENU
QUIT
    
```

PLOT MENU

REALTIME=NO

REALTIME=YES

```

DISTANCE-TIME
VELOCITY-TIME
ACCELERATION-TIME
PLOT TOOLS
REPEAT SAMPLE
MAIN MENU
QUIT
    
```

```

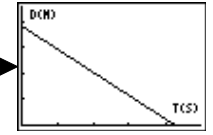
SHOW PLOT
SELECT DOMAIN
REPEAT SAMPLE
MAIN MENU
QUIT
    
```

```

PLOT TOOLS
SELECT DOMAIN
SMOOTH DATA
PLOT MENU
    
```

```

DATA SMOOTHING
LIGHT
MEDIUM
HEAVY
NONE
    
```



TOOLS

```

TOOLS
GET CBR DATA
GET CALC DATA
CBR STATUS
STOP/CLEAR CBR
MAIN MENU
    
```

QUIT