

***KOM GODT I GANG MED  
CBR 2™ ULTRALYD  
BEVÆGELSESEDETEKTOR***

***MED***

***5 ELEVOPGAVER***



---

## Vigtigt

Texas Instruments og alle tredjepartsleverandører giver ingen garanti, hverken udtrykt eller underforstået, herunder, men ikke begrænset til, underforståede garantier for salgbarhed og egnethed til et bestemt formål, for programmateriale eller trykt materiale. Denne type materiale stilles alene til rådighed, som det måtte forefindes.

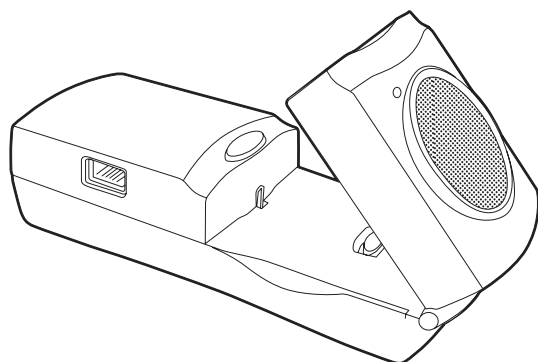
Texas Instruments og alle tredjepartsleverandører giver kan under ingen omstændigheder gøres ansvarlig for specielle, affødte, tilfældige eller følgeskader i forbindelse med eller som måtte opstå på grund af købet af eller anvendelsen af disse materialer, og Texas Instruments eneste ansvar uanset handlingsform, kan ikke overstige udstyrets købspris. Desuden kan Texas Instruments ikke forpligtes ved krav af nogen art i forbindelse med anvendelsen af disse materialer.

© 2004 Texas Instruments Incorporated.  
Alle rettigheder forbeholdes.

Lærere gives hermed tilladelse til i fornødent antal at genudskrive eller fotokopiere de sider i dette værk, der bærer en oplysning om copyright, til klassesæt, øvelser eller seminarer. Disse sider er udvalgt til at blive reproduceret af instruktører og lærere til brug i klasseundervisning, øvelser eller seminarer under forudsætning af, at hver eneste kopi er forsynet med oplysningerne om copyright. Disse kopier må ikke gøres til genstand for salg, og videredistribution er udtrykkeligt forbudt. Undtagen som tilladt i henhold til ovenstående skal der indhentes forudgående skriftlig tilladelse fra Texas Instruments Incorporated til at reproducere eller overføre dette materiale eller dele heraf i nogen anden form eller på nogen anden elektronisk eller mekanisk måde, herunder alle systemer til lagring og søgning af informationer, medmindre det udtrykkeligt er tilladt i henhold til gældende lov. Forespørgsler bedes rettet til Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services

Opgave 1 (*Graftegning af en bevægelse*) og Opgave 3 (*En rutschetur med fart i*) anvendes med tilladelse fra Vernier Software og Technology. Disse aktiviteter er tilpasset fra *Middle School Science with calculators* af Don Volz og Sandy Sapatka.

# Indholdsfortegnelse








---

## Introduktion

|   |   |
|---|---|
| Hvad er CBR 2™?                               | 2 |
| Kom godt i gang med CBR 2™ — I tre lette trin | 4 |
| Tip om effektiv dataindsamling                | 6 |

---

## Opgaver med instruktørnoter og arbejdsblade

|  |           |    |
|--|-----------|----|
|  Opgave 1 — Graftegning af en bevægelse | lineær    | 10 |
|  Opgave 2 — Efterlign grafen          | lineær    | 14 |
|  Opgave 3 — En rutschetur med fart i  | parabolsk | 18 |
|  Opgave 4 — Hoppende bold             | parabolsk | 24 |
|  Opgave 5 — Rullende bold             | parabolsk | 28 |
| Oplysninger til instruktøren   |           | 32 |

---

## Tekniske oplysninger

|   |    |
|---|----|
| CBR 2™-data gemmes i lister                       | 36 |
| EasyData-indstillinger                            | 37 |
| Brug af CBR 2™ med CBL 2™ eller CBL 2™-programmer | 39 |

---

## Oplysninger om service

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Batterier                 | 40 |
| Hvis der opstår problemer | 41 |
| EasyData Menuoversigt     | 42 |
| Service og garanti        | 43 |

---

## **CBR 2™ (Calculator-Based Ranger™)**

bevægelsesdetektor

kan bruges sammen med TI-83 Plus, TI-83 Plus Silver Edition,  
TI-84 Plus, og TI-84 Plus Silver Edition

aktuel dataindsamling og dataanalyse i klasseundervisningen  
let at bruge

### **Hvad kan man gøre med CBR 2™?**

Med en CBR 2™-enhed og en grafisk TI-regner kan eleverne indsamle, få vist og analysere bevægelsesdata uden besværlige målinger og manuel afbildning.

Med CBR 2™ kan eleverne udforske den matematiske og fysiske sammenhæng mellem afstand, hastighed, acceleration og tid ud fra de indsamlede data. Eleverne kan f.eks. udforske følgende matematiske og fysiske begreber:

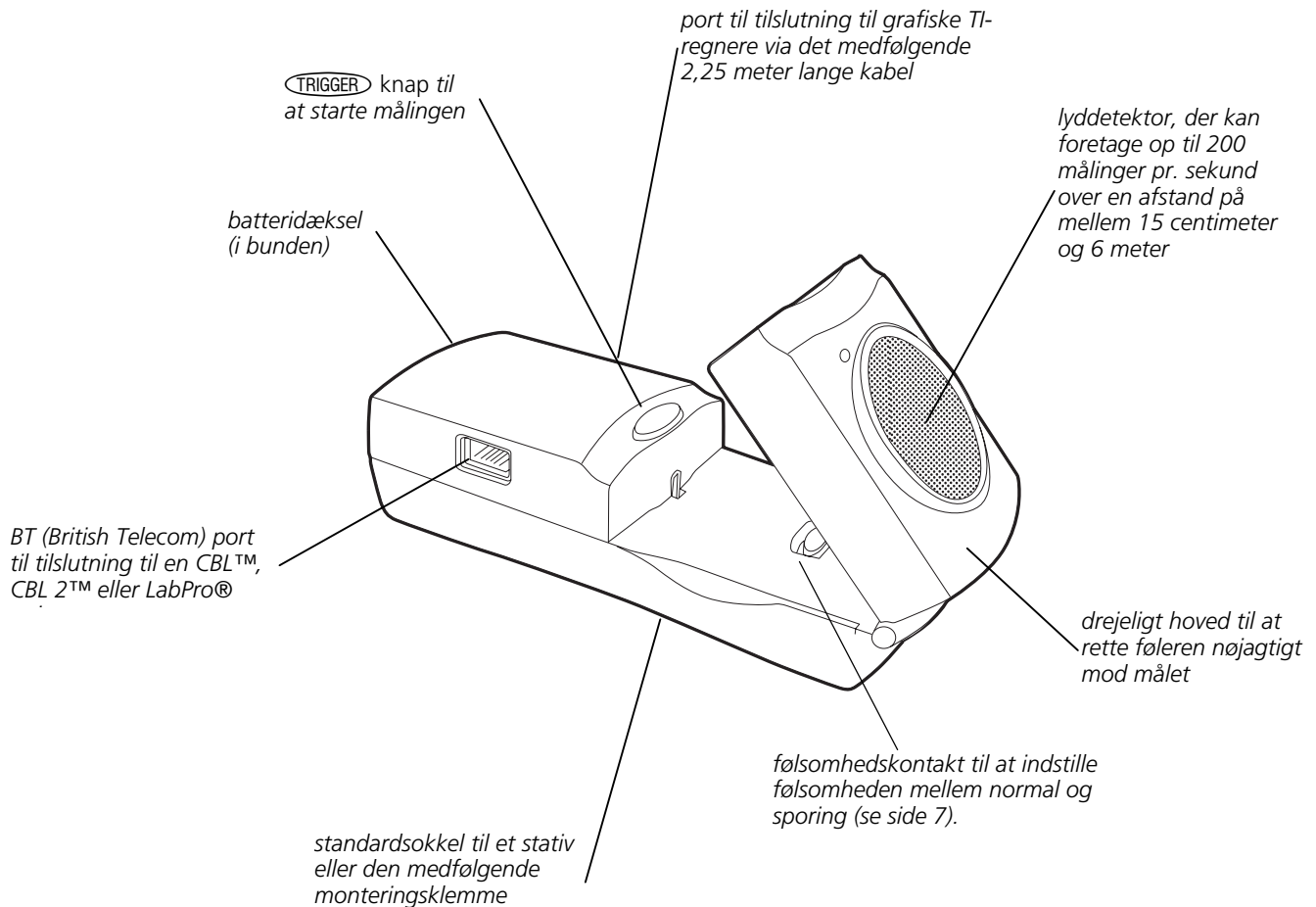
- bevægelse: *afstand, hastighed og acceleration*
- grafisk afbildning: *akser i koordinatsystemer, hældning og skæringspunkter*
- funktioner: *lineære funktioner, andengradspolynomier, eksponentielle funktioner og sinusformede funktioner*
- differentialregning: *afledede funktioner og integraler*
- statistik og dataanalyse: *dataindsamlingsmetoder og statistisk analyse*
- fysik: *bevægelse, anvendelse med dynamisk sporing, pendulanalyse, position, hastighed, acceleration*
- fysisk videnskab: *bevægelseseksperimenter*

### **Hvad indeholder denne vejledning?**

*Kom godt i gang med CBR 2™* er udformet som en vejledning til lærere og instruktører uden særlig erfaring med regnere. Den indeholder instruktioner til at komme hurtigt i gang med at bruge CBR 2™, tip om effektiv dataindsamling og fem klasseopgaver til udforskning af de grundlæggende funktioner og egenskaber ved bevægelse. Disse opgaver (se side 10–31) består af:

- instruktørnoter for hver opgave samt generelle oplysninger til instruktøren
- trinvis instruktioner
- en grundlæggende opgave om dataindsamling beregnet til elever på alle niveauer
- øvelser, der undersøger disse data mere detaljeret, herunder forskellige scenarier af typen hvad-nu-hvis
- forslag til avancerede emner beregnet til elever både med og uden kendskab til differentialregning
- arbejdsblade, der kan kopieres, med åbne spørgsmål på mange forskellige niveauer

## Hvad er CBR 2™? (forts.)



CBR 2™ indeholder alt, hvad du behøver for at komme i gang med klasseopgaverne let og hurtigt — det eneste andet, der skal bruges, er grafiske regnere fra TI (og noget ganske almindeligt udstyr til visse af opgaverne).

- bevægelsesdetektor
- 4 AA batterier
- I/O enhed-til-enhed-kabel
- 5 klasseopgaver
- Standard-B til Mini-A USB-kabel (enhed-til-CBR 2™)

# Kom godt i gang med CBR 2™—I tre lette trin

Med CBR 2™ er du kun to eller tre trin fra at have indsamlet de første data!

## 1

### Download

Den grafiske regner kan have et antal Apps (software-applikationer) indlæst, herunder EasyData-App'en. Tryk på **[APPS]** for at se de Apps, der er installeret på regneren. Hvis EasyData ikke er installeret, kan du finde den nyeste version af denne App på [education.ti.com](http://education.ti.com). Om nødvendigt kan du downloade EasyData-App'en nu.

## 2

### Tilslutning

Slut CBR 2™ til TI grafregneren med Standard-B til Mini-A USB-kablet (enhed-til-CBR 2™) eller I/O enhed-til enhed-kablet, og tryk begge ender på plads med fast hånd for at få en sikker forbindelse.

Sæt følsomhedskontakten på Normal til gang, kuglekast, pendul mm. eller til Track til anvendelse med dynamisk sporing og vogne.

Om enhed-til-CBR 2™ kablet:

- Kan kun anvendes med EasyData App'en.
- Gør EasyData App'en selvstartende ved tilslutning af CBR 2™ til en regner fra TI-84 Plus .
- Giver en fysisk bedre og mere stabil forbindelse end I/O enhed-til-enheds-kabel.
- Kan ikke anvendes med RANGER, DataMate eller andre lignende applikationer.

## 3

### Kørsel

Kør EasyData App'en på grafregneren, der er sluttet til CBR 2™.

Gå til trin 1, hvis du benytter en regner fra TI-83 Plus familien. Med TI-84 Plus tilsluttet med et enhed-til-CBR 2™-kabel udføres trin 1 og 4.

1. Tænd regneren og find hovedskærbilledet.
2. Tryk på **[APPS]** for at vise listen med Apps på grafregneren.
3. Vælg EasyData og tryk på **[ENTER]**.  
Åbningsskærbilledet vises i ca. 2–3 sekunder, og derefter vises hovedskærbilledet.
4. Vælg Start (tryk på **[ZOOM]**) i hovedskærbilledet for at begynde dataindsamlingen.

Prøv en af de beskrevne klasseopgaver for at opnå hurtige resultater!

### Vigtige oplysninger

- Denne vejledning gælder for alle grafiske regnere fra TI, der kan bruges sammen med CBR 2™. Derfor kan det forekomme, at nogle af menunavnene ikke svarer nøjagtigt til dem på den aktuelle regner.
- Når du laver opstillingen til opgaverne, skal du sørge for, at CBR 2™-enheden er sikkert anbragt, og at man ikke kan komme til at falde over ledningen.
- Afslut altid EasyData App'en med Quit. EasyData App'en udfører en fuldstændig lukning af CBR 2™, når du vælger Quit, og det sikrer, at CBR 2™ bliver korrekt initialiseret næste gang.
- Afbryd altid forbindelsen mellem CBR 2™-enheden og regneren, før du lægger dem til side.
- EasyData startes automatisk, når der tilsluttes et enhed-til-CBR 2™-kabel fra en TI-84 Plus eller TI-84 Plus Silver Edition grafregner til en CBR 2™.

# Tip om effektiv dataindsamling

## Bedre målinger

### Hvordan fungerer CBR 2™?

Hvis du forstår, hvordan en bevægelsesdetektor fungerer, kan du bedre opnå gode afbildninger af dine data. Bevægelsesdetektoren udsender et ultralydssignal og måler, hvor lang tid det tager, før dette signal kommer tilbage efter refleksion fra det nærmeste objekt.

Ligesom andre bevægelsesdetektorer måler CBR 2™ tiden fra udsendelsen af ultralydssignalet, til det første ekko kommer tilbage, men CBR 2™ har en indbygget microprocessor, som gør meget mere. Når målingen er foretaget, beregner CBR 2™ afstanden til objektet ved hjælp af lydets hastighed. Derefter beregnes den første og anden afledede af afstandsdataene med hensyn til tiden for at finde hastighed og acceleration. Disse målinger gemmes i listerne.

### Objektets størrelse

Et lille objekt langt fra CBR 2™-enheden formindsker chancerne for en nøjagtig måling. På 5 meters afstand er det meget lettere at måle en fodbold end en bordtennisbold.

### Mindste afstand til objektet

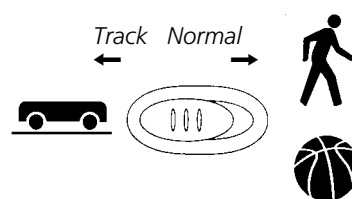
Når CBR 2™-enheden udsender et signal, rammer det objektet, hvorefter det sendes tilbage og modtages af CBR 2™-enheden. Hvis et objekt er nærmere end 15 centimeter, kan flere signaler overlappe hinanden og føre til forkerte resultater. Derfor skal CBR 2™-enheden placeres mindst 15 centimeter fra objektet.

### Største afstand til objektet

Når signalet går gennem luften, bliver det svagere og svagere. Efter en total distance på 12 meter (6 meter frem til objektet og 6 meter tilbage til CBR 2™-enheden) er ekkoet blevet for svagt til at blive korrekt registreret. Dette sætter en grænse på 6 meter for, hvor langt der kan være mellem CBR 2™-enheden og objektet.

### Følsomhedskontakt

Følsomhedskontakten har to tilstande—Sporing og Normal. Sporingstilstanden er beregnet til aktiviteter med dynamisk sporing og vogne. Normaltilstanden er beregnet til alle andre aktiviteter, for eksempel gang, kuglekastning, hoppende bold, pendul, mm.



Hvis du får meget ekstra støj i dine data, kan det være fordi følsomhedskontakten står på Normal. Flyttes følsomhedskontakten til Track, reduceres sensorens følsomhed, og den kan give bedre data.

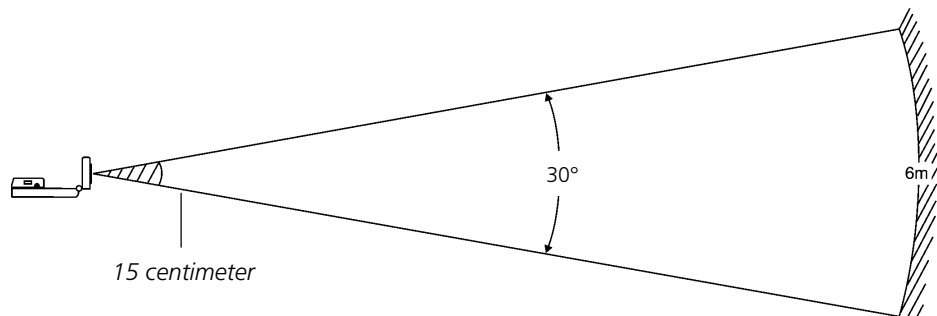


## Tip om effektiv dataindsamling (forts.)

### Frit område mellem CBR 2™-enheden og objektet

CBR 2™-strålens bane er ikke en smal, stav-agtig stråle, men spreder sig op til 15° fra midtlinjen i en 30° kegleformet stråle.

For at undgå påvirkninger fra andre objekter i nærheden bør du sørge for et *frit område* til ultralyden mellem CBR 2™-enheden og objektet for at undgå, at andre objekter end det ønskede bliver registreret. CBR 2™ måler det nærmeste objekt i det frie område.



### Reflekterende overflader

Nogle overflader reflekterer ultralydssignaler bedre end andre. Du kan f.eks. opnå bedre resultater med en bold med en forholdsvis hård, jævn overflade end med en tennisbold. Af samme grund er målinger i et lokale med hårde, reflekterende overflader mere udsatte for at blive forkerte. Målinger af uregelmæssige overflader (f.eks. en legetøjsbil eller en elev, der går rundt med regneren i hånden) kan give uensartede resultater.

En graf over afstanden som funktion af tiden af et stillestående objekt har små udsving i de beregnede afstandsværdier. Hvis en af disse værdier afviger lidt, kan der være små uregelmæssigheder i den forventede vandrette linie. Grafen over hastigheden som funktion af tiden kan være endnu mere ujævn, fordi ændringen i afstand mellem to tidspunkter pr. definition er hastigheden.

# Tip om effektiv dataindsamling (forts.)

## EasyData-indstillinger

### Indstilling af dataindsamling til tidsgraf

Eksperimentets varighed er den samlede tid i sekunder til gennemførelse af al dataindsamling. Den bestemmes af antallet af dataindsamlinger ganget med dataindsamlingsintervallet.

Indtast et tal mellem 0,05 (til genstande i meget hurtig bevægelse) og 0,5 sekunder (til genstande i meget langsom bevægelse).

**Bemærk:** Flere oplysninger om ændring af indstillingerne findes i "Sådan indstilles regneren til dataindsamling" på side 12.

| Menunavn           | Beskrivelse                                     | Standardindstilling |
|--------------------|---|---------------------|
| Sample Interval    | Måler tiden mellem dataindsamlinger i sekunder. | 0,05                |
| Number of Samples  | Samlet antal dataindsamlinger, der skal tages.  | 100                 |
| Eksperiment Length | Eksperimentets varighed i sekunder.             | 5                   |

### Start og stop

Dataindsamlingen startes ved at vælge Start (tryk på **ZOOM**). Dataindsamlingen standses automatisk, når det antal dataindsamlinger, der er valgt i menuen Time Graf Settings, er nået. CBR 2™ viser derefter en graf med de indsamlede data på TI grafregneren.

På ethvert tidspunkt under dataindsamlingen kan den standses, før det sker automatisk, ved at vælge Stop (tryk på og hold **ZOOM**). Når dataindsamlingen standses, vises en graf med de indsamlede data.

### Støj—hvad er det, og hvordan undgås det?

Når CBR 2™-enheden modtager signaler, der er reflekteret fra andre objekter end det ønskede, vises der forkerte datapunkter (støj), som ikke passer med det generelle mønster for grafen. Du kan gøre følgende for at minimere støj:

- Kontroller, at CBR 2™ peger direkte på målet. Prøv at justere sensorhovedet, mens der vises løbende direkte data på hovedskærmens målefelt. Kontroller, at den modtagne måling er korrekt, før du starter en aktivitet eller et eksperiment.
- Prøv at foretage målinger i et område uden forstyrrende elementer (se tegningen af *det frie område* på side 7).
- Vælg et større, mere reflekterende objekt, eller flyt objektet nærmere til CBR 2™-enheden (men stadig længere borte end 15 centimeter).
- Hvis der anvendes flere CBR 2™-enheder i et lokale, bør den ene gruppe elever gøre deres målinger færdige, før de andre begynder deres.
- Prøv at flytte følsomhedskontakten til Track for at reducere sensorens følsomhed.

## ***Tip om effektiv dataindsamling (forts.)***

### **Lydens hastighed**

Afstanden til objektet beregnes under antagelse af en bestemt lydhastighed, men den aktuelle lydhastighed afhænger af flere faktorer, først og fremmest temperaturen. I forbindelse med relative bevægelser betyder dette ikke noget.

CBR 2™ har en indbygget temperatursensor, der automatisk kompenserer for ændringer i lydens hastighed på grund af temperaturen i den omgivende luft. Den temperaturbetingede ændring i området 0° til 40° Celsius ved standard lufttryk er rimelig lineært på cirka 0,6 meter/sek. pr grad Celsius. Lydens hastighed øges fra cirka 331 meter/sek. ved 0° Celsius til cirka 355 meter/sek. ved 40° Celsius. Disse hastighedsangivelser forudsætter en relativ luftfugtighed på 35% (tør luft).

Når EasyData App'en anvendes med CBR 2™, sker denne temperaturkompensering ved indsamling af bevægelsesdata. Sensoren er placeret under hullerne på bagsiden af CBR 2™. Ved dataindsamling må disse huller derfor ikke tildækkes med noget, der har en anden temperatur end den omgivende luft.

### ***Anvendelse af CBR 2™ uden EasyData-applikationen***

CBR 2™ kan anvendes som en lydbaseret bevægelsesdetektor med CBL 2™ eller med andre programmer end EasyData.

Med I/O enhed-til-enhed-kablet kan CBR 2™ anvendes med grafregnere, der ikke har EasyData App installeret, men har CBL/CBR App'en og/eller RANGER-programmet. CBR 2™ har samme funktionalitet som CBR™, når der indsamles data med CBL/CBR App'en og/eller RANGER-programmet.

CBL/CBR App'en kan anvendes på de fleste ældre TI-83 Plus-regnere. CBL/CBR-App'en kan downloades på [education.ti.com](http://education.ti.com) og gør det muligt at indsamle bevægelsesdata med I/O enhed-til-enhed kablet på CBR 2™.

Med RANGER-programmet, der er en del af CBL/CBR App'en og som fås til andre regnere, kan du indsamle bevægelsesdata med I/O enhed-til-enhed kablet. Mange TI arbejdsbøger til forsøg og undersøgelser benytter RANGER-programmet.

Du kan også anvende CBR 2™ som en bevægelsessensor med CBL 2™ dataindsamlingsenheden. Brug den DataMate App, der følger med CBL 2™ til at køre CBR 2™ via en CBL 2™. Der kræves et specielt CBL-til-CBR-kabel til anvendelse af dette system. Flere oplysninger om dette kabel findes på TI Web-butikken på [education.ti.com](http://education.ti.com).

# Opgave 1—Graftegning af en bevægelse

## noter til instruktøren

### Begreber

Den undersøgte funktion: lineær

Denne opgave kræver EasyData App'en.

### Materialer

- ✓ Regner (se de mulige modeller på side 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Enhed-til-CBR 2™ eller I/O enhed-til-enhed kabel
- ✓ EasyData App
- ✓ Afgrænsningstape
- ✓ Metermål

### Tips

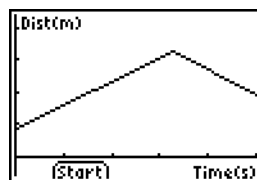
Med dette eksperiment er det måske første gang, eleverne anvender CBR 2™ bevægelsesdetektoren. Lidt vejledning i anvendelsen på dette tidspunkt vil spare tid senere på året, da CBR 2™ anvendes i mange eksperimenter. Følgende er tips og råd til en effektiv brug af CBR 2™:

- Ved brug af CBR 2™ er det vigtigt at gøre sig klart, at ultralyden udsendes i en kegle med en spredningsvinkel på cirka 30°. Alt inden for ultralydskeglen kan afgive en refleksion og eventuelt et utilsigtet måleresultat. Et udbredt problem ved brugen af bevægelsesdetektorer er utilsigtede refleksioner fra et bord eller en stol i lokalet.
- Utilsigtede refleksioner kan ofte minimeres ved at vippe CBR 2™ en smule.
- Hvis du begynder med en hastigheds- eller accelerationsgraf og får en uklar visning, skal du skifte tilbage til en afstandsgraf for at se, om den giver mening. Hvis ikke, sigter CBR 2™ eventuelt ikke korrekt på målet.
- CBR 2™ registrerer ikke genstande korrekt, hvis de er tættere på end 15 cm. Den største afstand er cirka 6 m, men forkerte genstande i den brede del af ultralydskeglen kan være problematisk på denne afstand.

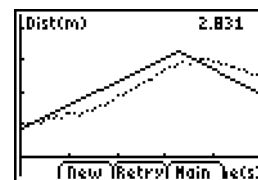
- Nogen gange afgiver et mål ikke en kraftig tilbagekastning af ultralyden. Hvis målet f.eks. er en person med en løs trøje, kan den resulterende graf blive usammenhængende.
- Hvis hastigheds- og accelerationsgraferne er uklare, skal du prøve at øge styrken på ultralydsreflektionen fra målet ved at øge målets område.

Det kan være nødvendigt at lade eleverne holde en stor bog op foran sig, når de bevæger sig foran CBR 2™. Dette giver bedre grafer, fordi det udsjævner bevægelsen.

### Typiske grafer



Afstand/tid-funktion



Efterlignet afstand/tid-funktion

### Svar på spørgsmål

9. Hældningen på den del af grafen, der svarer til bevægelsen, er større for den hurtigste prøve. Resultaterne vil sikkert variere mellem grupperne, da de måske går med forskellig hastighed. Går man hen mod bevægelsesdetektoren, giver det en negativ hældning. Går man derimod væk fra bevægelsesdetektoren, giver det en positiv hældning.
12. Bemærk, at hældningen er tæt på nul (hvis ikke nul) når man står stille. Hældningen skal være nul, men der kan forventes en lille afvigelse på grund af variationen i de indsamlede data.

Grafer, der laves med en CBR 2™, kan bruges til at undersøge bevægelse. I dette eksperiment, skal benyttes en CBR 2™ til at lave grafer af din egen bevægelse.

## Formål

I dette eksperiment vil du:

- bruge en bevægelsesdetektor til at måle afstand og hastighed
- lave grafer af din bevægelse
- analysere de frembragte grafer

## Dataindsamling: Afstand som funktion af tiden

- 1 Placer en CBR 2™ på en bordplade, så den vender mod et område, der er fri for møbler og andre genstande. CBR 2™ skal være i en højde på cirka 15 centimeter over lændehøjde.



- 2 Sæt små stykker afgrænsningstape på gulvet for at markere afstande på 1 m, 2 m, 3 m, og 4 m fra CBR 2™.
- 3 Slut CBR 2™ til regneren med det korrekte kabel (se i det efterfølgende) og tryk kabelstikkene i med fast hånd.
  - Ved TI-83 Plus anvendes et I/O enhed-til-enhed kabel
  - Ved TI-84 Plus, anvendes et Standard-B-til Mini-A USB-kabel (enhed-til-CBR 2™)
- 4 Tryk på **APPS** på regneren, og vælg EasyData for at starte EasyData App'en.

**Bemærk:** EasyData startes automatisk, hvis CBR 2™ sluttes til en TI-84 Plus med et enhed-til-CBR 2™-kabel.

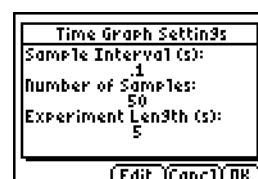
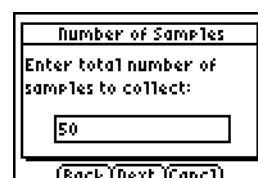
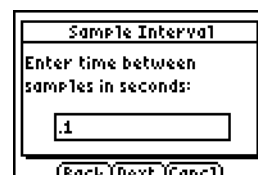
# Opgave 1—Graftegning af en bevægelse (forts.) lineær

5 Sådan indstilles regneren til dataindsamling:

- Vælg Setup (tryk på **WINDOW**) for at åbne menuen Setup.
- Tryk på 2 for at vælge 2: Time Graf og åbne skærm billedet Time Graf Settings.
- Vælg Edit (tryk på **ZOOM**) for at åbne dialogboksen Sample Interval.
- Indtast 0,1 for at indstille tiden mellem dataindsamlingerne til 1/10 sekund.
- Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at flytte frem til dialogboksen Number of Samples.
- Indtast 50 for at indstille det antal prøvedata, der skal indsamles.

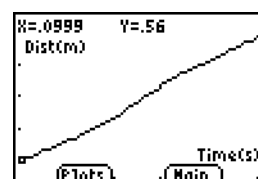
Eksperimentets varighed bliver på 5 sekunder (antal prøver ganget med antallet af prøver pr. sekund).

- Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at vise en sammenfatning af de nye indstillinger.
- Vælg OK (tryk på **GRAPH**) for at vende tilbage til hovedskærm billedet.



6 Undersøgelse af afstand-tid grafer.

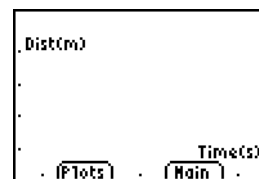
- Stå på 1,0-m mærket, så du vender væk fra CBR 2™.
- Giv partneren tegn til at vælge Start (tryk på **WINDOW**).
- Gå langsomt til 2,5-m mærket og stop.
- Når dataindsamlingen slutter, vises en graf.



## Opgave 1—Graftegning af en bevægelse (forts.) lineær

- e. Tegn grafen på den tomme grafskærm.
- f. Vælg to punkter på grafen og bestem hældningen fra x og y-kordinaterne.

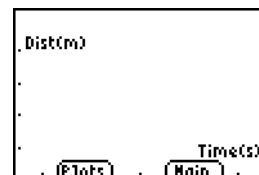
Punkt 1: \_\_\_\_\_ Punkt 2: \_\_\_\_\_ Hældning: \_\_\_\_\_



- g. Vælg Main (tryk på **TRACE**) for at vende tilbage til hovedskærbilledet.

- 7 Gentag trin 6, denne gang fra 2,5-m mærket, og gå mod 1,0-m mærket. Gå langsomt første gang og gå en gang til hurtigere.

Punkt 1: \_\_\_\_\_ Punkt 2: \_\_\_\_\_ Hældning: \_\_\_\_\_



- 8 Tegn de nye grafer på det tomme grafskærbillede.

- 9 Beskriv forskellene mellem graferne (trin 6e og trin 8)

---

---

---

- 10 Gentag trin 6, og stå denne gang stille på 2,5-m mærket.

- 11 Tegn den nye graf på det tomme grafskærbillede.

- 12 Beregn den omtrentlige hældning for alle graferne.



## Begreber

Den undersøgte funktion: lineær.

Programmet Match indfører begreberne afstand og tid — eller mere præcist: begrebet afstand som funktion af tid.

Under Undersøgelser bliver eleverne bedt om at konvertere deres hastighed fra meter pr. sekund til kilometer i timen.

Når eleverne er blevet fortrolige med begrebet afstand som funktion af tid, kan de gå videre med at undersøge begrebet hastighed som funktion af tid.

## Materialer

- ✓ Regner (se mulige modeller på side 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Enhed-til-CBR 2™ eller I/O enhed-til-enhed kabel
- ✓ EasyData App

TI ViewScreen™ giver andre elever mulighed for at følge med og gør denne opgave meget sjovere.

## Tip

Eleverne elsker denne opgave. Sørg for, at der er rigelig med tid, for alle vil selv prøve!

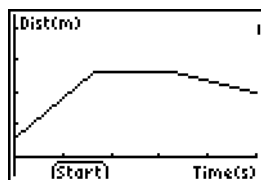
Denne opgave fungerer bedst, når den elev, der bevæger sig, (og resten af klassen) kan se bevægelsen afbildet på et lærred eller en skærm ved hjælp af TI ViewScreen™.

Giv eleverne besked om at gå i en ret linie hen mod eller bort fra CBR 2™-enheden. De prøver sommetider at gå vinkelret på retningen til CBR 2™-enheden eller måske endda at hoppe op og ned!

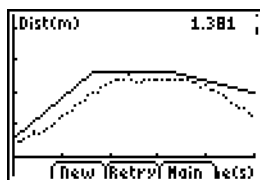
Det foreslås, at opgaven løses i metersystemet, hvilket svarer til spørgsmålene på arbejdsbladet.

Der er tip om effektiv dataindsamling på side 6–9.

## Typiske grafer



Afstand/tid-funktion



Efterlignet afstand/tid-funktion

## Typiske svar

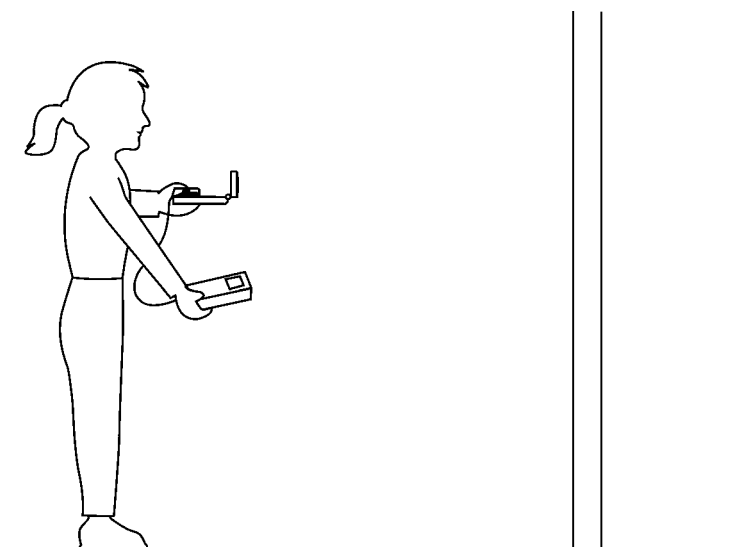
1. tid (fra målingens start); sekunder; 1 sekund; afstand (fra CBR 2™-enheden til objektet); meter; 1 meter
2. skæringen med y-aksen svarer til startafstanden
3. varierer fra elev til elev
4. tilbage (øg afstanden mellem CBR 2™-enheden og objektet)
5. fremad (formindsk afstanden mellem CBR 2™-enheden og objektet)
6. stå stille; en hældning på nul kræver, at der ikke er nogen ændring i y (afstanden)
7. varierer fra graf til graf;  $\Delta y/3,3$
8. varierer fra graf til graf;  $\Delta y/1$
9. det liniestykke, der har den største hældning (positiv eller negativ)
10. dette er et drilsk spørgsmål - den flade del, fordi der slet ikke er nogen bevægelse!
11. ganghastighed; hvornår man skal ændre retning og/eller hastighed
12. fart (eller hastighed)
13. varierer fra graf til graf (eksempel: 1,5 meter på 3 sekunder)  
eksempel:  $(0,5 \text{ meter/sekund}) \times (60 \text{ sekunder/ minut}) = 30 \text{ meter/ minut}$   
eksempel:  $(30 \text{ meter/ minut}) \times (60 \text{ minutter/ time}) = 1800 \text{ meter/ time}$   
eksempel:  $(1800 \text{ meter/ time}) \times (1 \text{ kilometer/ } 1000 \text{ meter}) = 1,8 \text{ kilometer/ time}$ .
14. varierer fra graf til graf; eksempel: 0,5 meter på 1 sekund  
Få eleverne til at sammenligne dette sidste tal med hastigheden af et motorkøretøj, f.eks. 96 kilometer/time.
15. varierer fra graf til graf; summen af  $\Delta y$  for hvert liniestykke.



## Dataindsamling

- 1 Hold CBR 2™-enheden i den ene hånd og regneren i den anden. Ret føleren direkte mod en væg.

**Tip:** Den maksimale afstand for en graf er 6 meter fra CBR 2™-enheden. Den mindste afstand er 15 centimeter. Sørg for, at der ikke er noget i det *frie område* (se side 7).

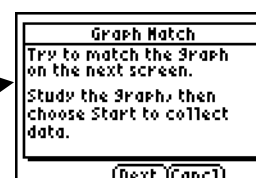


- 2 Kør EasyData App'en.
- 3 Åbn menuen Setup og vælg 3:Distance Match.

Menupunktet Distance Match sørger automatisk for indstillingerne.

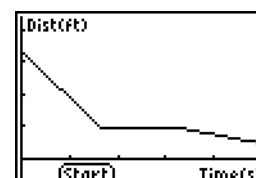
- 4 Vælg Start (tryk på **ZOOM**) og følg vejledningerne på skærmen.

Prøv at efterligne grafen på næste skærbillede.



- 5 Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at vise den graf, der skal efterlignes. Brug et øjeblik på at undersøge grafen. **Besvar spørgsmål 1 og 2 på arbejdsbladet.**

**Bemærk:** Grafen, der skal efterlignes vil være forskellig, hver gang trin 4 og trin 5 udføres.



- ⑥ Placer dig selv der, hvor du mener, grafen begynder. Vælg Start (tryk på **W**) for at begynde dataindsamlingen. Du kan høre en klickende lyd og se det grønne lys, når dataene indsamles.
- ⑦ Gå frem og tilbage, og prøv at efterligne grafen. Din position vises på skærmen.
- ⑧ Når målingen er færdig, kan du undersøge, hvor godt din "vandring" svarede til grafen. **Besvar spørgsmål 3.**
- ⑨ Vælg Retry (tryk på **Z**) for at vise den samme graf, der skal efterlignes, igen. Prøv at forbedre resultatet af din gang, og **besvar spørgsmål 4, 5 og 6.**

### **Undersøgelser**

I Distance Match består alle grafer af tre rette liniestykker.

- ① Vælg New (tryk på **W**) for at vise en ny graf, der skal efterlignes. Studer det første liniestykke, og **besvar spørgsmål 7 og 8.**
- ② Studer hele grafen, og **besvar spørgsmål 9 og 10.**
- ③ Placer dig selv, hvor du tror, grafen begynder, tryk på Start (tryk på **W**) for at starte dataindsamlingen, og prøv at efterligne grafen.
- ④ **Besvar spørgsmål 11 og 12**, når målingen stopper.
- ⑤ Vælg New (tryk på **W**) for at vise en anden ny graf, der skal efterlignes, .
- ⑥ Studer grafen, og **besvar spørgsmål 13, 14 og 15.**
- ⑦ Vælg New (tryk på **W**) og gentag om ønsket opgaven, eller vælg Main (tryk på **T**) for at vende tilbage til hovedskærmbilledet.
- ⑧ Vælg Quit (tryk på **G**) og OK (tryk på **G**) for at afslutte EasyData App'en.

## Opgave 2—Efterlign grafen

Navn \_\_\_\_\_

### Dataindsamling

1. Hvilken fysisk størrelse repræsenterer x-aksen? \_\_\_\_\_  
Hvilke enheder? \_\_\_\_\_ Hvor langt er der mellem aksemærkerne? \_\_\_\_\_  
Hvilken fysisk størrelse repræsenterer y-aksen? \_\_\_\_\_  
Hvilke enheder? \_\_\_\_\_ Hvor langt er der mellem aksemærkerne? \_\_\_\_\_
2. Hvor langt fra CBR 2™-enheden tror du, at du skal stå til at begynde med? \_\_\_\_\_
3. Begyndte du for tæt på, for langt væk eller i den rette afstand? \_\_\_\_\_
4. Skal du gå frem eller tilbage for at efterligne et liniestykke, der går opad? \_\_\_\_\_  
Hvorfor? \_\_\_\_\_
5. Skal du gå frem eller tilbage for at efterligne et liniestykke, der går nedad? \_\_\_\_\_  
Hvorfor? \_\_\_\_\_
6. Hvad skal du gøre for at efterligne et liniestykke, der er fladt? \_\_\_\_\_  
Hvorfor? \_\_\_\_\_

### Undersøgelser

7. Hvis du tager ét skridt hvert sekund, hvor langt skal dette skridt så være? \_\_\_\_\_
8. Hvis du i stedet tager skridt, der er 1 meter lange, hvor mange skridt skal du så tage?  
\_\_\_\_\_
9. For hvilket liniestykke skal du bevæge dig hurtigst? \_\_\_\_\_  
Hvorfor? \_\_\_\_\_
10. For hvilket liniestykke skal du bevæge dig langsomst? \_\_\_\_\_  
Hvorfor? \_\_\_\_\_
11. Hvilke andre faktorer indgår for at efterligne grafen nøjagtigt, ud over at finde ud af, om du skal bevæge dig frem eller tilbage? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. Hvilken fysisk størrelse repræsenterer hældningen, eller stejlheden, af liniestykket? \_\_\_\_\_
13. Hvor mange meter skal du gå på hvor mange sekunder for at efterligne det første liniestykke? \_\_\_\_\_
14. Konverter værdien i spørgsmål 13 (hastigheden) til meter/sekund: \_\_\_\_\_  
Konverter til meter/minut: \_\_\_\_\_  
Konverter til meter/time: \_\_\_\_\_  
Konverter til kilometer/time: \_\_\_\_\_
15. Hvor langt gik du i virkeligheden? \_\_\_\_\_

# Opgave 3—Rutschetur med fart

## noter til instruktøren

### Begreber

Den undersøgte funktion: parabolisk

Glidebevægelsen ned ad en rutschebane, som vi kender dem fra legepladserne, bruges til at illustrere begrebet med skiftende fart som følge af friktion i den virkelige verden.

### Materialer

- ✓ Regner (se de mulige modeller på side 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Enhed-til-CBR 2™ eller I/O enhed-til-enhed kabel
- ✓ EasyData App
- ✓ Rutschebane, legepladsmodel

### Tips

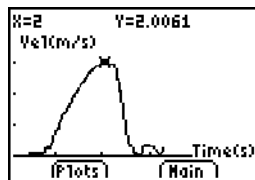
En legeplads med flere rutschebaner er det mest ideelle til dette eksperiment. Rutschebanerne skal være lige. Rutschebaner i andre former kan anvendes som tillægsopgave. Af sikkerhedsårsager skal eleverne have besked på ikke at prøve at komme forbi hinanden på rutschebanens stige.

Du kan bære regnere og bevægelsesdetektorer til legepladsen i en eller flere kasser og omdele udstyret til eleverne på stedet. Mind eleverne om, at bevægelsesdetektoren ikke registrerer genstande korrekt på afstande under 15cm.

Afhængigt af rutschebanetyper kan det være bedst at ændre måden, eleverne organiserer sig for dataindsamling. Visse rutschebaner har store platforme, hvor eleven med bevægelsesdetektoren og eleven med regneren og interfacet kan placeres.

Eleverne kan bruge vokspapir, glat stof, sand og andre materialer, der kan øge hastigheden. Gør i forvejen eleverne opmærksomme på Del II.

### Typiske grafer



En rutschetur med fart i

### Typiske svar

1. Se Forsøgsresultater.
2. I Forsøgsresultater, Del 2 var farten 0,90 m/sek hurtigere end i Del 1. Vokspapir blev anvendt til at mindske friktionen og øge farten.
3. Resultaterne vil variere. Farten vil være forskellig på grund af forskellige kontaktflader, vægt, form og anvendelsen af lavfriktionsmaterialer.
4. Resultaterne vil variere.
5. En øget højde på rutschebanen vil øge farten.
6. Stenen, der er kastet fra rutschebanen, vil ramme jorden først på grund af friktionen og rutschebanens hældning, der vil sinke den rullende sten.
7. Den vandrette del ved bunden af en rutschebane sinker den glidende person og hindrer skader.

### Ekstra opgaver

Udarbejd og gennemfør en plan til måling af fart eller hastighed på en anden installation på legepladsen.

Lav en konkurrence om, hvem i klassen eller gruppen, der kan opnå den største fart ned ad en rutschebane.

### Forsøgs resultater

|       | Fart (m/sek.) |          |          |        |
|-------|---------------|----------|----------|--------|
|       | Forsøg 1      | Forsøg 2 | Forsøg 3 | Forsøg |
| Del 1 | 1,97          | 2,02     | 2,00     | 2,00   |
| Del 2 | 2,80          | 3,07     | 2,82     | 2,90   |

Du har kendt legepladser og rutschebaner, siden du var barn. Tyngdekraften trækker dig ned ad rutschebanen. Friktionskraften sinker dig. I første del af dette eksperiment bestemmer du med en CBR 2™ farten eller hastigheden ned ad en sådan rutschebane. I anden del eksperimenterer du med forskellige metoder til at øge farten ned ad rutschebanen.

## Formål

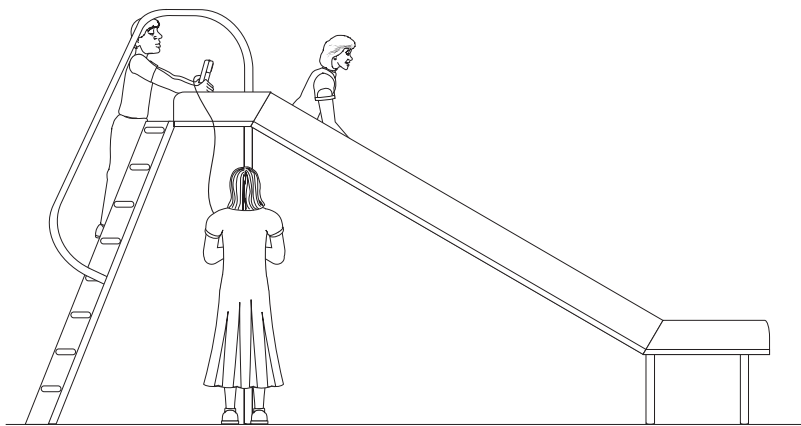
I dette eksperiment vil du:

- med en CBR 2™ bestemme hastigheden ned ad en rutschebane
- eksperimentere med metoder til at øge farten ned ad rutschebanen
- forklare dine resultater

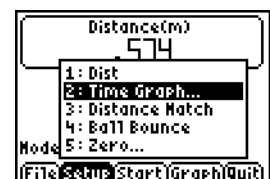
## Dataindsamling, Del 1, Glidefart

- ❶ Slut CBR 2™ til regneren med det korrekte kabel (se nedenfor) og tryk kablets stik i med fast hånd.
  - Ved TI-83 Plus anvendes et I/O enhed-til-enhed kabel
  - Ved TI-84 Plus, anvendes et Standard-B til Mini-A USB-kablet (enhed-til-CBR 2™)
- ❷ Tryk på **APPS** på regneren, og vælg EasyData for at starte EasyData App'en.

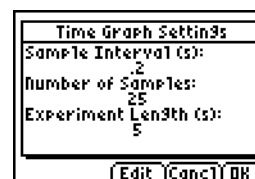
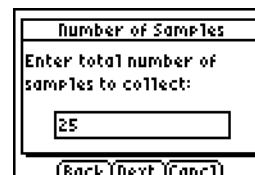
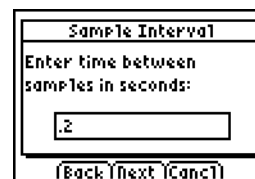
**Bemærk:** EasyData startes automatisk, hvis CBR 2™ sluttes til en TI-84 Plus med et enhed-til-CBR 2™-kabel.



- ❸ Sådan indstilles regneren til dataindsamling:
  - a. Vælg Setup (tryk på **WINDOW**) for at åbne menuen Setup.
  - b. Tryk på 2 for at vælge 2: Time Graf og åbne skærbilledet Time Graf Settings.



- c. Vælg Edit (tryk på **ZOOM**) for at åbne dialogboksen Sample Interval.
- d. Indtast 0,2 for at indstille tiden mellem dataindsamlingerne i sekunder.
- e. Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at flytte frem til dialogboksen Number of Samples.
- f. Indtast 25 for at indstille det antal prøvedata, der skal indsamles. Dataindsamlingen vil vare 5 sekunder.
- g. Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at vise en sammenfatning af de nye indstillinger.
- h. Vælg OK (tryk på **GRAPH**) for at vende tilbage til hovedskærmbilledet.

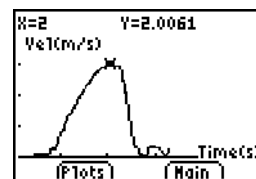


- 4 Indtag de foreløbige positioner til dataindsamling.
  - a. Et medlem af gruppen skal først gå op ad rutschebanens stige og sidde øverst på rutschebanen.
  - b. En anden i gruppen, der holder CBR 2™, går højt nok op på rutschebanens trin til at holde CBR 2™ bag den person, der skal glide.
  - c. Den tredje person skal stå på jorden ved siden af rutschebanen og holde regneren og interfacet.
- 5 Indtag de endelige positioner til dataindsamling.
  - a. Den, der glider skal holde fast og ikke starte glidet, men rykke frem, så der er afstand på 15 cm mellem ryggen og CBR 2™.
  - b. Personen, der holder CBR 2™ skal holde den roligt og sigte mod den glidendes ryg.
  - c. Den, der holder regneren og interfacet skal indtage en komfortable stilling, der ikke giver anledning til ryk i CBR 2™-kablet.
- 6 Indsaml data.
  - a. Vælg Start (tryk på **ZOOM**) for at starte dataindsamlingen.
  - b. Den, der glider, skal påbegynde glidet, straks, når klikket høres.
  - c. Når dataindsamlingen er gennemført til dette forsøg, skal personen med CBR 2™ komme ned på jorden.

**Forsigtig:** Eleverne må ikke forsøge at mase forbi hinanden på stigen.

7 Bestem den glidendes fart.

a. Når dataindsamlingen er standset, og en graf med afstand som en funktion af tiden vises, vælges Plots (tryk på **WINDOW**).



b. Tryk på 2 for at vælge 2: Vel vs Time for at vise hastighed som en funktion af tiden.

c. Undersøg datapunkterne langs grafen med **▸**. Når markøren flyttes til højre og venstre vises værdierne for tid (X) og hastighed (Y) for hvert datapunkt over grafen. Det højeste punkt på grafen svarer til den højeste fart under glidet. Registrer denne højeste hastighed i datatabellen. Afrund til nærmeste 0,01 m/s. (I eksemplet til højre er den højeste fart 2,00 m/s.)

d. Vælg Main (tryk på **TRACE**) for at vende tilbage til hovedskærbilledet.

8 Gentag trin 4–7 to gange til.

# Opgave 3—En rutschetur med fart i

Navn \_\_\_\_\_

## Dataindsamling, Del 2, Mere fart i rutschetur

1. Udarbejd en plan til forøgelse af den glidendes fart.
  - a. Afprøv nogle ideer, der kunne øge glidendes fart. Rutschebanen må ikke belægges med noget der skal vaskes af.
  - b. Vælg en plan, der bedst øger glidendes fart.
  - c. Beskriv planen i afsnittet En plan til at få mere fart i rutschetur nedenfor.
2. Test planen med Del 1, trin 4–8.

## En plan til at få mere fart i rutschetur

### Data

|       | Fart (m/sek) |          |          |            |
|-------|--------------|----------|----------|------------|
|       | Forsøg 1     | Forsøg 2 | Forsøg 3 | Gennemsnit |
| Del 1 |              |          |          |            |
| Del 2 |              |          |          |            |

### Databehandling

1. Beregn gennemsnitshastigheden for de tre forsøg i Del 1. Skriv gennemsnittet i det dertil beregnede felt i datatabellen. Beregn og registrer gennemsnitshastigheden for Del 2.
2. Træk gennemsnitshastigheden i Del 1 fra gennemsnitshastigheden i Del 2 for at bestemme, hvor meget dit team forøgede hastigheden.
3. Hvilke metoder brugte andre grupper til at forbedre deres hastighed?



### ***Opgave 3—En rutschetur med fart i (forts.)***

4. Hvilken af metoderne virkede bedst? Forklar hvorfor.
  
5. Hvis du kunne øge højden på rutschebanen, hvordan ville det så påvirke den glidendes fart?
  
6. Hvis der blev kastet en sten ud fra rutschebanens top samtidigt med, at en tilsvarende sten blev kastet ned ad rutschebanen, hvilken sten ville så nå jorden først? Forklar.
  
7. Hvad er formålet med den vandrette del i bunden af mange rutschebaner?

## Begreber

Den undersøgte funktion: parabolisk.

Begreber som objekter i frit fald og hoppende objekter, tyngdekraft og konstant acceleration er eksempler på paraboliske funktioner. Denne opgave undersøger størrelserne højde, tid og koefficienten  $A$  i andengradspolynomiet  $Y = A(X - H)^2 + K$ , som beskriver den måde, en hoppende bold opfører sig på.

## Materialer

- ✓ Regner (se mulige modeller på side 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Enhed-til-CBR 2™ eller I/O enhed-til-enheds kabel
- ✓ EasyData App.
- ✓ stor bold (9 tommer)
- ✓ TI ViewScreen™ (valgfri)

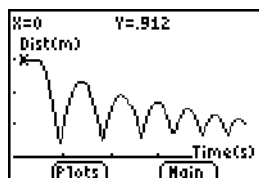
## Tip

Denne opgave udføres bedst med to elever, en, der holder bolden og den anden, der vælger Start på regneren.

Der er tip om effektiv dataindsamling på side 6–9.

Grafen skal se ud som en hoppende bold. Hvis den ikke gør det, skal du gentage målingen og sikre dig, at CBR 2™-enheden er rettet lige mod bolden. Det anbefales at bruge en stor bold.

## Typiske grafer



## Undersøgelser

Når et objekt slippes, påvirkes det kun af tyngdekraften (vi ser bort fra luftmodstanden). Så  $A$  afhænger af tyngdeaccelerationen,  $-9,8$  meter/sekund<sup>2</sup>. Minustegnet skyldes, at accelerationen er rettet nedad.

Værdien for  $A$  er ca. halvdelen af tyngdeaccelerationen, eller  $-4,9$  meter/sekund<sup>2</sup>.

## Typiske svar

1. tid (fra målingens start); sekunder; højde/afstand af bolden over gulvet; meter.
2. boldens starthøjde over gulvet (toppene repræsenterer den maksimale højde af hvert hop); gulvet er repræsenteret ved  $y = 0$ .

3. grafen over afstanden som funktion af tiden for denne opgave repræsenterer ikke afstanden fra CBR 2™-enheden til bolden. Programmet Ball Bounce vender afstandsdataene, så grafen bedre svarer til elevernes opfattelse af, hvordan bolden opfører sig.  $y = 0$  på grafen er det punkt, hvor bolden er længst væk fra CBR 2™-enheden, når bolden rammer gulvet.
4. Eleverne skal forstå, at x-aksen svarer til tiden, ikke den vandrette afstand.
7. Kurven for  $A = 1$  er både vendt om og bredere end grafen.
8.  $A < -1$
9. parabel med den konkave side opad; den konkave side nedad; lineær
12. samme; matematisk svarer koefficienten  $A$  til omfanget af parablens krumning; fysisk afhænger  $A$  af tyngdeaccelerationen, som er konstant i alle hoppene.

## Avancerede undersøgelser

Boldens hoppehøjde (boldens største højde i et bestemt hop) kan tilnærmelsesvis beregnes som:

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

- $y$  er boldens hoppehøjde
- $h$  er den højde, hvorfra bolden slippes
- $p$  er en konstant, der afhænger af boldens fysiske egenskaber og gulvets overflade
- $x$  er nummeret på det pågældende hop

For en given bold og starthøjde aftager boldens hoppehøjde eksponentielt for hvert hop. Når  $x = 0$  er  $y = h$ , så skæringen med y-aksen svarer til den højde, bolden oprindeligt blev sluppet i.

Særlig ivrige elever kan finde koefficienterne i denne ligning ud fra de indsamlede data. Gentag opgaven med forskellige starthøjder eller med en anden bold eller en anden gulvoverflade.

Efter manuel tilpasning af kurven kan eleverne bruge regressionsanalyse til at finde den funktion, der giver den bedste afbildning af dataene. Følg regnerens procedurer for at udføre en andengradsregression på listerne L1 og L2.

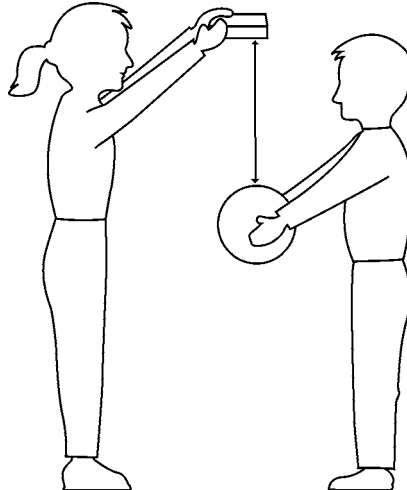
## Ekstraopgaver

Integrer grafen over hastigheden som funktion af tiden, hvilket giver forskydningen (den afstand, objektet netto har flyttet sig) for et givet tidsinterval. Bemærk, at forskydningen er nul for et fuldt hop (bolden starter og slutter på gulvet).

## Dataindsamling

- 1 Start med et prøvehop. Slip bolden (kast den ikke).

**Tip:** Placer CBR 2™-enheden mindst 0,5 meter over højden af det højeste hop. Hold føleren direkte over bolden, og sørg for, at der ikke er noget i det *frie område* (se side 7).



- 2 Kør EasyData App'en.
- 3 Åbn menuen Setup og vælg 4:Ball Bounce, og vælg derefter Start (tryk på **ZOOM**).  
Den generelle vejledning vises. Menupunktet Ball Bounce sørger automatisk for indstillingerne.
- 4 Få en person til at holde regneren og CBR 2™, mens en anden person holder bolden under sensoren.
- 5 Vælg Start (tryk på **ZOOM**). Når CBR 2™ begynder at klikke, slippes bolden, og person træder tilbage. Hvis bolden hopper til siden, kan du flytte CBR 2™-enheden direkte hen over bolden, men sørg for **ikke** at ændre højden på CBR 2™-enheden.
- 6 Når klikken ophører, overføres de indsamlede data til regneren, og der vises en graf med afstand som en funktion af tiden.
- 7 Hvis grafen ikke ser godt ud, skal du vælge Main, Start, Start for at gentage dataindsamlingen. Studer grafen, og **besvar spørgsmål 1 og 2 på arbejdsbladet**.
- 8 Bemærk, at programmet Ball Bounce automatisk vender om på afstandsdataene. **Besvar spørgsmål 3 og 4.**

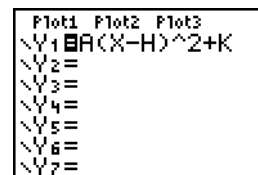
## Undersøgelser

Grafen over afstanden som funktion af tiden for hoppet er en parabel.

- 1 Grafen er i TRACE-tilstand. Tryk på  $\blacktriangleright$  for at bestemme toppunktet på det første hele hop—en smuk kurve uden en masse ekstra støj. **Besvar spørgsmål 5** på arbejdsbladet.

- 2 Vælg Main for at vende tilbage til hovedskærmbilledet. Vælg Quit, og derefter OK for at afslutte EasyData.

- 3 Formen  $Y = A(X - H)^2 + K$  på andengradspolynomiet er velegnet til denne analyse. Tryk på  $\boxed{Y=}$ . Fravælg de funktioner i redigeringsprogrammet Y=, der måtte være valgt. Angiv andengradspolynomiet på denne form:  $Yn=A*(X-H)^2+K$ .



**Bemærk:** Hvis du har Transformation Graphing-App'en installeret på regneren, gennemføres dette meget nemmere ved at ændre koefficientværdierne på grafen.

- 4 På skærmbilledet Home skal du gemme den værdi, du skrev ned i spørgsmål 5 for højden, i variabelen  $K$ . Gem den tilhørende tid i variabelen  $H$ , og gem 1 i variabelen  $A$ .

For eksempel: Tryk på 4  $\boxed{\text{STO}} \boxed{\text{ALPHA}} K \boxed{\text{ENTER}}$ , 2.5  $\boxed{\text{STO}} \boxed{\text{ALPHA}} H \boxed{\text{ENTER}}$ , 1  $\boxed{\text{STO}} \boxed{\text{ALPHA}} A \boxed{\text{ENTER}}$  for at indstille  $K=4$ ,  $H=2.5$  og  $A=1$ .

- 5 Tryk på  $\boxed{\text{GRAPH}}$  for at få vist grafen. **Besvar spørgsmål 6 og 7.**
- 6 Prøv  $A = 2, 0, -1$ . **Udfyld den første del af skemaet i spørgsmål 8, og besvar spørgsmål 9.**
- 7 Vælg egne værdier for  $A$ , indtil du har en god tilnærmelse til grafen. **Skriv dine valg for  $A$  i skemaet i spørgsmål 8.**
- 8 Gentag opgaven, men denne gang skal du vælge det sidste fulde hop (længst til højre). **Besvar spørgsmål 10, 11 og 12.**

## Avancerede undersøgelser

- 1 Gentag dataindsamlingen, men vælg ikke en enkelt parabel.
- 2 Registrer tiden og højden for hvert hop.
- 3 Bestem forholdet mellem højden for hvert hop og det foregående.
- 4 Forklar betydningen af dette forhold.

# Opgave 4—Hoppende bold

Navn \_\_\_\_\_

## Dataindsamling

1. Hvilken fysisk størrelse repræsenterer x-aksen? \_\_\_\_\_  
Hvilke enheder? \_\_\_\_\_  
Hvilken fysisk størrelse repræsenterer y-aksen? \_\_\_\_\_  
Hvilke enheder? \_\_\_\_\_
2. Hvad repræsenterer det højeste punkt på grafen? \_\_\_\_\_  
Det laveste punkt? \_\_\_\_\_
3. Hvorfor vendte Ball Bounce App om på grafen? \_\_\_\_\_
4. Hvorfor ser grafen ud, som om bolden hoppede hen over gulvet? \_\_\_\_\_

## Undersøgelser

5. Registrer den maksimale højde og den tilsvarende tid for det første fulde hop. \_\_\_\_\_
6. Passede grafen for  $A = 1$  med din graf for dataene fra det første hele hop? \_\_\_\_\_
7. Hvorfor eller hvorfor ikke? \_\_\_\_\_
8. Udfyld skemaet nedenfor.

| A  | Hvordan svarer kurven til din graf? |
|----|-------------------------------------|
| 1  |                                     |
| 2  |                                     |
| 0  |                                     |
| -1 |                                     |
|    |                                     |
|    |                                     |
|    |                                     |
|    |                                     |

9. Hvad betyder en positiv værdi for  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Hvad betyder en negativ værdi for  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Hvad betyder værdien nul for  $A$ ? \_\_\_\_\_
10. Registrer den maksimale højde og den tilsvarende tid for det sidste fulde hop. \_\_\_\_\_
11. Tror du,  $A$  er større eller mindre i det sidste hop? \_\_\_\_\_
12. Hvordan forholdt det sig i virkeligheden med  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Hvad tror du,  $A$  kunne svare til? \_\_\_\_\_

## Begreber

Den undersøgte funktion: parabolisk.

Afbildning af bevægelsen af en bold, der ruller ned ad en rampe med varierende stejlhed, giver en samling kurver, der kan repræsenteres af en række andengradspolynomier. Denne opgave undersøger værdierne af koefficienterne i andengradspolynomiet  $y = ax^2 + bx + c$ .

## Materialer

- ✓ Regner (se mulige modeller på side 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ Enhed-til-CBR 2™ eller I/O enhed-til-enhed kabel
- ✓ EasyData App
- ✓ Stor bold (9 tommer)
- ✓ Lang rampe (mindst 2 meter lang—et let bræt er udmærket)
- ✓ Vinkelmåler
- ✓ Bøger til at understøtte rampen
- ✓ TI ViewScreen™ (valgfri)

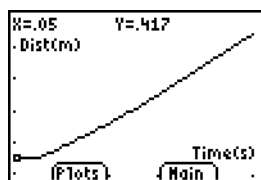
## Tip

Diskuter, hvordan man måler vinklen på rampen. Lad eleverne blive kreative her omkring målingen af den første vinkel. De kunne for eksempel benytte trigonometrisk beregning eller foldet papir.

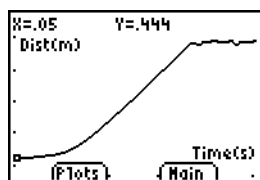
Til stejlere vinkler (større end 60°) kunne du benytte en CBR 2™ klemme (sælges særskilt).

Der er tip om effektiv dataindsamling på side 6–9.

## Typiske grafer



15°



30°

## Typiske svar

1. den tredje graf

2. tid; sekunder; objektets afstand fra CBR 2™-enheden; meter
3. varierer (skal være halvdelen af en parabel med den konkave side opad)
4. en parabel (andengradspolynomium)
5. varierer
6. varierer (skal være parabolisk med voksende krumning)
7. 0° er en vandret rampe (bolden kan ikke rulle); 90° er det samme som en bold i frit fald

## Undersøgelser

Bevægelsen af et objekt, der kun påvirkes af tyngdekraften, er et populært emne i fysikken. Sådanne bevægelser udtrykkes normalt med en bestemt form af andengradspolynomiet:

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

- $s$  er objektets position til tiden  $t$
- $a$  er dets acceleration
- $v_i$  er dets starthastighed
- $s_i$  er dets startposition

I andengradspolynomiet  $y = ax^2 + bx + c$  svarer  $y$  til afstanden fra CBR 2™-enheden til bolden til tiden  $x$ , hvis boldens startposition var  $c$ , dens starthastighed  $b$  og dens acceleration  $2a$ .

## Avancerede undersøgelser:

Da bolden er i ro, når den bliver sluppet, bør  $b$  være tæt på nul i alle forsøg, og  $c$  bør være tæt på startafstanden, 0,5 meter.  $a$  øges, når hældningen af rampen øges.

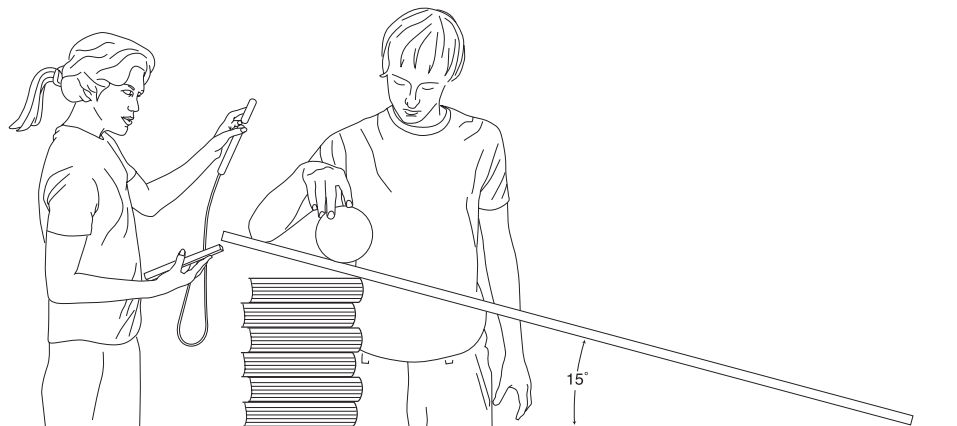
Hvis eleverne opbygger ligningen  $y = ax^2 + bx + c$  manuelt, kan det være nødvendigt at give dem nogle tip om værdierne for  $b$  og  $c$ . Du kan også opfordre dem til at udføre en kvadratisk regression på listerne L1 og L2 på deres regnere. Boldens acceleration skyldes Jordens tyngdekraft. Jo mere rampen peger nedad (jo stejlere den er), jo større er værdien af  $a$ . Den maksimale værdi af  $a$  forekommer for  $\theta = 90^\circ$ , den mindste for  $\theta = 0^\circ$ .  $a$  er i virkeligheden proportional med sinus til vinklen  $\theta$ .

## Dataindsamling

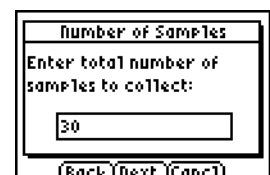
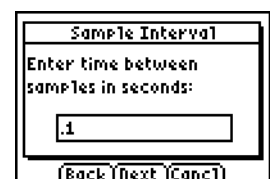
- 1 **Besvar spørgsmål 1 på arbejdsbladet.** Brug vinkelmåleren til at stille rampen på en 15° hældning. Læg CBR 2™ på rampen og vend sensorhovedet således, at det er vinkelret på rampen.

Sæt et mærke på rampen 15 centimeter fra CBR 2™-enheden. Få en af eleverne til at holde bolden ved dette mærke, mens en anden holder regneren og CBR 2™.

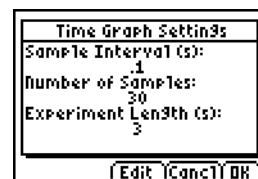
**Tip:** Ret føleren direkte mod bolden, og sørg for, at der ikke er noget i det frie område (se side 7).



- 2 Kør EasyData App'en.
- 3 Sådan indstilles regneren til dataindsamling:
  - a. Vælg Setup (tryk på **WINDOW**) for at åbne menuen Setup.
  - b. Tryk på **2** for at vælge 2: Time Graf for at åbne skærbilledet Time Graf Settings.
  - c. Vælg Edit (tryk på **ZOOM**) for at åbne dialogboksen Sample Interval.
  - d. Indtast 0.1 for at indstille tiden mellem dataindsamlingerne i sekunder.
  - e. Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at flytte frem til dialogboksen Number of Samples.
  - f. Indtast 30 for at indstille det antal prøvedata, der skal indsamles. Dataindsamlingen vil vare i 3 sekunder.



- g. Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at vise en sammenfatning af de nye indstillinger.
- h. Vælg OK (tryk på **GRAPH**) for at vende tilbage til hovedskærmbilledet.



- ④ Når indstillingerne er korekte, vælges Start (tryk på **ZOOM**) for at påbegynde dataindsamlingen..
- ⑤ Slip straks bolden (uden at skubbe til den), og træng et skridt tilbage, når klikkene begynder.
- ⑥ Når målingen er færdig, vises grafen over afstanden som funktion af tiden automatisk. **Besvar spørgsmål 2, 3, 4, og 5.**

### Undersøgelser

Undersøg, hvad der sker ved forskellige hældninger af rampen.

- ① Forudsig, hvad der vil ske, hvis hældningen øges. **Besvar spørgsmål 6.**
- ② Juster hældningen til 30°. Gentag trin 2 til 6. **Tilføj denne graf på tegningen i spørgsmål 6, der er mærket 30°.**
- ③ Gentag trin 2 til 6 for hældninger på 45° og 60°, og tilføj dem på tegningen.
- ④ **Besvar spørgsmål 7.**

### Avancerede undersøgelser

Juster tidsværdierne, så  $x = 0$  for starthøjden (på det tidspunkt, hvor bolden blev sluppet). Du kan gøre dette manuelt ved at trække  $x$ -værdien for det første punkt fra alle punkterne på grafen, eller du kan skrive  $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$ .

- ① Beregn værdierne for  $a$ ,  $b$  og  $c$  for de forskellige kurver på formen  $y = ax^2 + bx + c$  for vinklerne 0°, 15°, 30°, 45°, 60° og 90°.
- ② Hvad er den mindste og største værdi for  $a$ ? Hvorfor?
- ③ Skriv et udtryk, der beskriver den matematiske relation mellem  $a$  og hældningsvinklen.

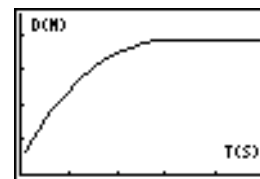
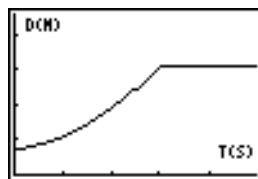
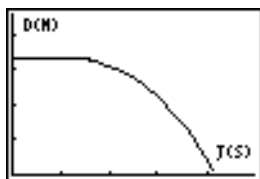
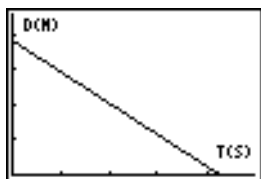


# Opgave 5—Rullende bold

Navn \_\_\_\_\_

## Dataindsamling

1. Hvilken af disse grafer tror du bedst svarer til grafen over *afstanden som funktion af tiden* for en bold, der ruller ned ad en rampe?



2. Hvilken fysisk størrelse repræsenterer x-aksen? \_\_\_\_\_

Hvilke enheder? \_\_\_\_\_

Hvilken fysisk størrelse repræsenterer y-aksen? \_\_\_\_\_

Hvilke enheder? \_\_\_\_\_

3. Skitser, hvordan grafen virkelig ser ud. Navngiv akserne. Mærk grafen med de punkter, hvor bolden blev sluppet, og hvor den nåede enden af rampen.

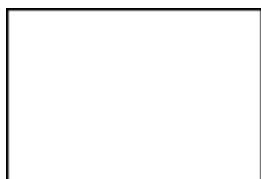


4. Hvilken funktionstype er den graf, mellem de to punkter, du fandt? \_\_\_\_\_

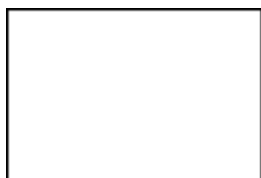
5. Diskuter, hvordan din forståelse har ændret sig mellem den graf, du valgte i spørgsmål 1, og den kurve, du skitserede i spørgsmål 3. \_\_\_\_\_

## Undersøgelser

6. Skitser, hvordan du tror, grafen vil se ud med en større hældning. Kald den *forudsigelse*.



7. Skitser graferne for 0° og 90°:



## Hvordan ændres undervisningen med CBR 2™?

CBR 2™ er et enkelt system at bruge, og det indeholder funktioner, som gør det let hurtigt at integrere det i undervisningsplanerne.

CBR 2™ indeholder væsentlige forbedringer i forhold til andre dataindsamlingsmetoder, du kan have brugt tidligere. Det kan føre til en omstrukturering af, hvordan du bruger tiden i klassen, når eleverne bliver mere entusiastiske i forbindelse med anvendelsen af data fra det virkelige liv.

- Du vil opleve, at eleverne føler en større grad af tilknytning til data, fordi de selv deltager i dataindsamlingsprocessen i stedet for at bruge data fra lærebøger, tidsskrifter eller statistiske oversigter. Dette forstærker deres oplevelse af, at de begreber, der undersøges i klassen, har rod i virkeligheden og ikke blot er abstrakte ideer. Men det betyder også, at alle eleverne på skift vil være med til at indsamle disse data.
- Dataindsamling med CBR 2™ er væsentlig mere effektiv end oprettelse af scenarier og manuel måltagning med lineal og stopur. Da flere målepunkter giver flere detaljer, og en bevægelsesdetektor er meget nøjagtig, bliver formen på kurverne mere letgenkendelige. Der skal bruges mindre tid til dataindsamling, så der bliver mere tid til analyse og undersøgelser.
- Med CBR 2™ kan eleverne udforske pålideligheden i observationerne og variationer i scenarier af typen hvad-nu-hvis? Spørgsmål som "Er det den samme parabel, hvis vi slipper bolden fra en større højde?" og "Er det den samme parabel for det første og det sidste hop?" bliver naturlige og værdifulde ekstraopgaver.
- Med visualiseringen kan eleverne hurtigt forbinde de afbildede data med de fysiske størrelser og matematiske funktioner, som disse data beskriver.

Der sker også andre ændringer, når der indsamles data fra virkelige hændelser. Med CBR 2™ kan eleverne udforske de tilgrundliggende forhold både numerisk og grafisk.

### Grafisk undersøgelse af data

Brug de automatisk tegnede grafer over afstand, hastighed og acceleration som funktion af tiden til at undersøge f.eks.:

- Hvad er den fysiske betydning af skæringen med y-aksen? skæringen med x-aksen? hældningen? maksimum? minimum? de afledede funktioner? integralerne?
- Hvordan kan man genkende den funktion (lineær, parabolisk, etc.), der vises af grafen?
- Hvordan kan man lave en datamodel med en repræsentativ funktion? Hvad er betydningen af de forskellige koefficienter i funktionen (f.eks.  $AX^2 + BX + C$ )?

### Numerisk undersøgelse af data

Eleverne kan anvende statistiske metoder (gennemsnit, median, standardafvigelse, etc.) på et passende niveau til at udforske de numeriske data. Når du afslutter EasyData App, bliver du mindet om listerne, hvor data fra tilstanden (L1), afstand (L2), hastighed (L3) og acceleration (L4) er lagret.

## CBR 2™-grafer—sammenhæng med fysik og matematik

De grafer, der oprettes ud fra data, der er indsamlet af EasyData App, er en visuel repræsentation af forholdet mellem de fysiske og matematiske beskrivelser af bevægelsen. Eleverne skal opmuntres til at genkende, analysere og diskutere udseendet af grafen både i fysiske og matematiske vendinger. Det er muligt at komme frem til yderligere diskussioner og opdagelser, når der indtastes funktioner i redigeringsprogrammet Y=, og de vises som grafer.

Gennemførelse af de samme beregninger som CBR 2™ kan være en interessant øvelse sammen med hele klassen.

1. Mål de ønskede data. Afslut EasyData App.
2. Brug måletiderne i L1 sammen med afstandsdataene i L2 til at beregne objektets hastighed i hvert måletidspunkt. Sammenlign derefter resultaterne med hastighedsdataene i L3.

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

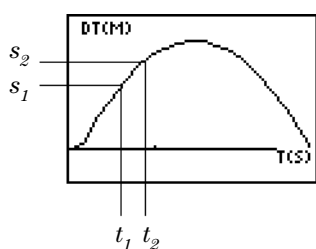
3. Brug hastighedsdataene i L3 (eller de værdier, eleverne selv har beregnet) sammen med måletiderne i L1 til at beregne objektets acceleration i hvert måletidspunkt. Sammenlign derefter resultaterne med accelerationsdataene i L4.
- En graf over *afstanden som funktion af tiden* svarer til et objekts omtrentlige position (afstand fra CBR 2™-enheden) på det tidspunkt, hvor målingen fandt sted. Y-aksens enhed er meter eller fod; x-aksens enhed er sekunder.
  - En graf over *hastigheden som funktion af tiden* svarer til et objekts omtrentlige hastighed (i forhold til og i retning mod CBR 2™-enheden) på det tidspunkt, hvor målingen fandt sted. Y-aksens enhed er meter/sekund eller fod/sekund; x-aksens enhed er sekunder.
  - En graf over *accelerationen som funktion af tiden* svarer til et objekts omtrentlige ændring af hastigheden (i forhold til og i retning mod CBR 2™-enheden) på det tidspunkt, hvor målingen fandt sted. Y-aksens enhed er meter/sekund<sup>2</sup> eller fod/sekund<sup>2</sup>; x-aksens enhed er sekunder.
  - Den *første afledede* (hældningen) i et givet punkt på grafen over afstanden som funktion af tiden er hastigheden i det pågældende øjeblik.
  - Den *første afledede* (hældningen) i et givet punkt på grafen over hastigheden som funktion af tiden er accelerationen i det pågældende øjeblik. Dette er også den anden afledede i et givet punkt på grafen over afstanden som funktion af tiden.
  - Et *bestemt integral* (arealet mellem grafen og x-aksen mellem to vilkårlige punkter) af grafen over hastigheden som funktion af tiden svarer til forskydningen af objektet (den afstand, objektet netto har flyttet sig) i løbet af det pågældende tidsinterval.
  - *Fart og hastighed* bruges ofte synonymt, selvom der er tale om forskellige, men beslægtede, størrelser. *Fart* er en *skalar*, der har en størrelse, men ingen retning, f.eks. "6 meter i sekundet". *Hastighed* er en *vektor*, der både har en bestemt retning og en størrelse, f.eks. "6 meter i sekundet mod nord".

## Oplysninger til instruktøren (forts.)

En typisk CBR 2™-graf over hastigheden som funktion af tiden svarer egentlig til farten, ikke hastigheden. Det er kun størrelsen (der kan være positiv, negativ eller nul), der er givet. Retningen er blot underforstået. En positiv hastighed viser bevægelse bort fra CBR 2™-enheden, og en negativ værdi viser bevægelse hen mod CBR 2™-enheden.

CBR 2™ måler kun afstand langs en linie fra detektoren, så hvis et objekt bevæger sig i en retning, der danner en vinkel med denne linie, er det kun den komponent af hastigheden, der er parallel med denne linie, der måles. Et objekt, der bevæger sig vinkelret på linien fra CBR 2™-enheden, viser f.eks. hastigheden nul.

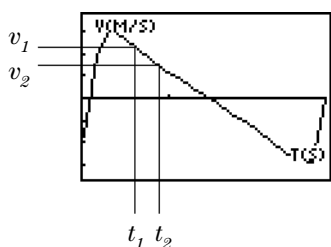
### Matematikken bag afstand, hastighed og acceleration



graf over afstanden som funktion af tiden

$$V_{\text{gennemsnitlig}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \text{hældningen af grafen over afstanden som funktion af tiden}$$

$$V_{\text{øjeblikkelig}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta s}{\Delta t} \right) = \frac{ds}{dt} \quad \text{hvor } s = \text{afstand}$$



graf over hastigheden som funktion af tiden

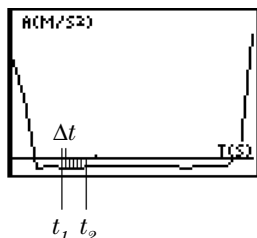
$$A_{\text{gennemsnitlig}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{hældningen af grafen over hastigheden som funktion af tiden}$$

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

## Oplysninger til instruktøren (forts.)

Arealet under grafen over hastigheden som funktion af tiden fra  $t_1$  til  $t_2 = \Delta s = (s_2 - s_1) =$  forskydningen fra  $t_1$  til  $t_2$  (den afstand, objektet netto har flyttet sig).

$$\text{Dvs. } \Delta s = \left( \sum_{t=t_1}^{t=t_2} v(\Delta t) \right) \quad \text{eller} \quad \Delta s = \int_{t=t_1}^{t=t_2} v(dt)$$



graf over accelerationen som funktion af tiden

### Web-adresse

På vores web-adresse **education.ti.com** kan du finde:

- en liste over supplerende materialer til brug sammen med CBR 2™, CBL og grafiske regnere fra TI
- en side med opgaver og programmer, der er udviklet af og til instruktører som dig selv
- CBR 2™-programmer med endnu flere CBR 2™-funktioner
- mere detaljerede oplysninger om indstillinger og programmeringskommandoer til CBR 2™

### Andre ressourcer

Texas Instruments *Explorations*-bøger indeholder supplerende materiale til grafiske regnere fra TI, bl.a. bøger med klasseopgaver til CBR 2™, der er beregnet på matematik- og fysikundervisningen på de mellemste klassetrin og i gymnasiet.

## ***CBR 2™-data gemmes i lister***

### ***De indsamlede data lagres i listerne L1, L2, L3 og L4***

Når CBR 2™ indsamler data, bliver de automatisk overført til regneren og gemt i lister. Hver gang EasyData App afsluttes, får du en meddelelse om, hvor data er lagret.

- L1 indeholder tidsdata.
- L2 indeholder afstandsdata.
- L3 indeholder hastighedsdata.
- L4 indeholder accelerationsdata.

For eksempel er det 5. element i listen L1 det tidspunkt, da det 5. datapunkt blev indsamlet, og det 5. element i listen L2 er afstanden for det 5. datapunkt.

### ***Brug af datalisterne***

Listerne bliver ikke slettet, når EasyData App afsluttes. De kan derfor bruges til yderligere grafiske, statistiske og numeriske undersøgelser og analyser.

Du kan afbilde én liste som funktion af en anden liste, få dem vist i listeditoren, bruge regressionsanalyse på dem og udføre andre analytiske opgaver. Du kunne for eksempel indsamle data fra en elev, der går væk fra CBR 2™. Med en TI-84 Plus manuelt tilpasset lineær regression kunne du få eleverne til at finde en linje med den bedste tilpasning.

## Ændring af EasyData-indstillingerne

EasyData viser de mest almindeligt anvendte indstillinger, før dataindsamlingen begynder.

- ❶ Gå til hovedskærmbilledet i EasyData App'en og vælg Setup > 1: Dist eller 2: Time Graf. De aktuelle indstillinger vises på regneren.  
**Bemærk:** Indstillingerne for Distance Match og Ball Bounce i menuen Setup er forudindstillet og kan ikke ændres.
- ❷ Vælg Next (tryk på **ZOOM**) for at gå til de indstillinger, du vil ændre.
- ❸ Gentag rulningen gennem de tilgængelige indstillinger. Hvis indstillingen er korrekt, vælges Next for at gå til næste indstilling.
- ❹ Du kan ændre en indstilling ved at indtaste 1 eller 2 cifre og derefter vælge Next.
- ❺ Når alle indstillinger er korrekte, vælges OK (tryk på **GRAPH**) for at vende tilbage til hovedskærmbilledet.

De nye indstillinger forbliver aktive, medmindre du vælger at indstille EasyData til standardindstillingerne, køre en applikation eller køre en anden opgave, der ændrer indstillingerne. Hvis du ændrer L5 uden for EasyData App'en eller sletter L5, kan det ske, at standardindstillingerne gendannes, næste gang du kører EasyData.

## Genetablering af standardindstillingerne for EasyData

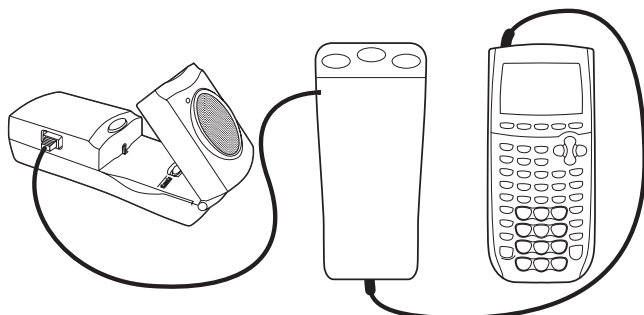
Standardindstillingerne er velegnede til mange målesituationer. Hvis du er i tvivl om de bedste indstillinger, bør du starte med standardindstillingerne og derefter foretage de nødvendige justeringer indstillingerne for den pågældende opgave.

- Standardindstillingerne gendannes i EasyData mens CBR 2™ er sluttet til regneren, ved at vælge File > 1:New.
- Indstillingerne ændres ved at følge nedenstående trin som beskrevet i det foregående.
- Vælg Start (tryk på **ZOOM**) for at påbegynde dataindsamlingen.

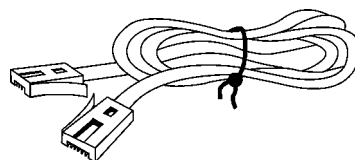
# Brug af CBR 2™ med CBL 2™ eller CBL 2™-programmer

## Anvendelse af CBR 2™ som en normal bevægelsesdetektor sammen med CBL 2™

CBR 2™ kan bruges som en normal bevægelsesdetektor sammen med CBL 2™-systemet (Calculator-Based Laboratory™) fra Texas Instruments.



Det specielle kabel til at forbinde CBR 2™-enheden til CBL 2™ følger med.



Tilslut ikke CBR 2™-enheden til CBL 2™ samtidig med, at CBR 2™-enheden er tilsluttet til en regner. Regneren skal være forbundet til CBL 2™.

Det kan være nødvendigt at ændre CBL2™-programmet som vist nedenfor. RANGER-programmet fungerer ikke sammen med CBL 2™.

## Indsamling af bevægelsesdata med CBR 2™ og CBL 2™-systemet

- 1 Sæt batterier i CBL 2™.
- 2 Slut CBL 2™ til en TI grafregner med et I/O enhed-til-enhed linkkabel.
- 3 Sæt CBR 2™-sensoren i DIG/SONIC-porten på CBL 2™ med et CBL-til-CBR-kabel (sælges særskilt).
- 4 Kør DataMate fra menuen Apps på TI-83 Plus eller TI-84 Plus-serien.
- 5 DataMate identificerer automatisk CBL 2™ sensorerne, indlæser dens kalibreringsfaktorer og viser navnet på sensoren (i dette tilfælde Motion), samt den aktuelle afstandsmåling i meter. Der indlæses også et standardbevægelseseksperiment med en varighed på 5 sekunder.





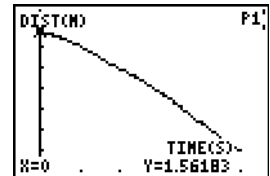
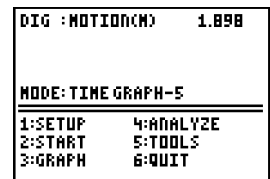
## Brug af CBR 2™ med CBL 2™ eller CBL 2™-programmer

- Start dataindsamlingen med standardeksperimentet.

Hold bevægelsessensoren i hånden og vælg 2: START for at påbegynde dataindsamlingen.

- Gå hen mod en væg og hold CBR 2™ rettet mod væggen.

Når dataindsamlingen er færdig, vil grafen se sådan ud.



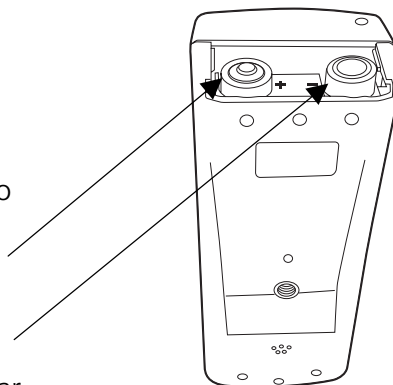
## Batteritype

CBR 2™-enheden bruger 4 AA-batterier. CBR 2™-enheden kan kun køre uden batterier, hvis den er tilsluttet til et CBL 2™-system.

## Isætning af batterier

Afslut EasyData App'en, før du skifter batterier.

1. Når du holder CBR 2™-enheden med oversiden nedad, kan du skubbe batteridækslet mod bagsiden med tommelfingeren.
2. Anbring batterierne som vist på diagrammet på indersiden af rummet til batterierne. De to batterier skal have den positive ende i den side, der er mærket med +.
3. De to andre batterier skal have den negative ende i den side, der er mærket med -.
4. Skyd dækslet på plads igen. CBR 2™ er nu klar til at begynde målingerne.



## Advarsel om, at batterierne er ved at være flade

CBR 2™ har to mekanismer til at advare om, at batterierne er ved at være flade:

- EasyData App'en viser en advarsel på skærmen på regneren, mens den prøver at indsamle data.
- Den røde lampe blinker, mens CBR 2™ indsamler data.

## Sikkerhedsforanstaltninger i forbindelse med batterierne


- BRUG IKKE genopladelige batterier.
- Udskift alle fire batterier samtidigt. Bland ikke batterier af forskellige fabrikater eller typer sammen.
- Installer batterierne som vist på diagrammet på indersiden af rummet til batterierne.
- Bortskaf straks brugte batterier korrekt i henhold til gældende forskrifter. Sørg for, at børn ikke kan komme til dem.
- Undgå at opvarme, brænde eller stikke hul på batterierne. Batterier indeholder farlige kemikalier, som kan eksplodere eller lække.
- Bland ikke genopladelige batterier og almindelige batterier.
- Forsøg ikke at genoplade almindelige batterier.


## Hvis der opstår problemer

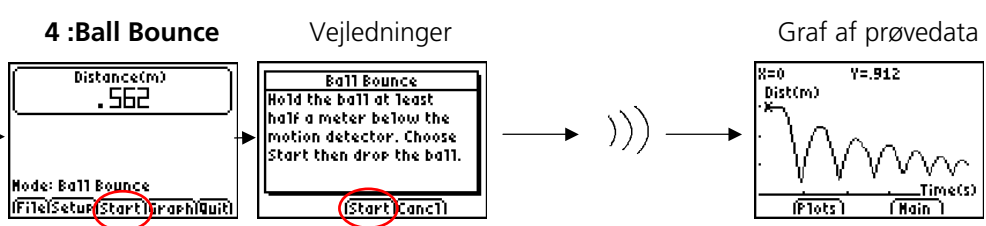
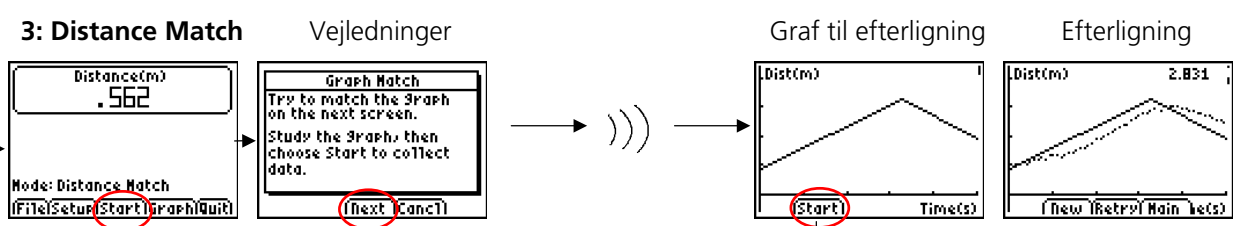
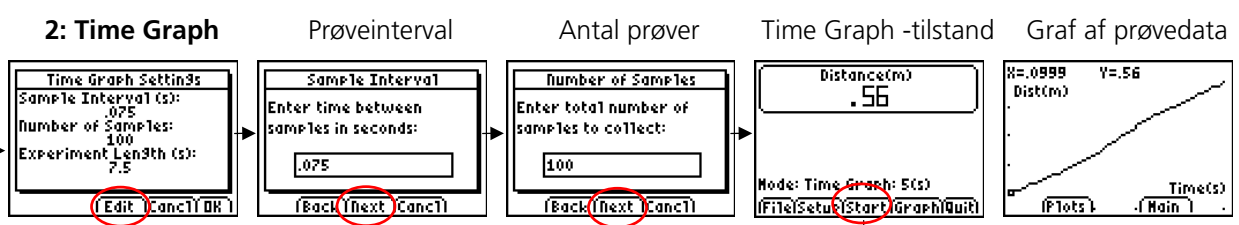
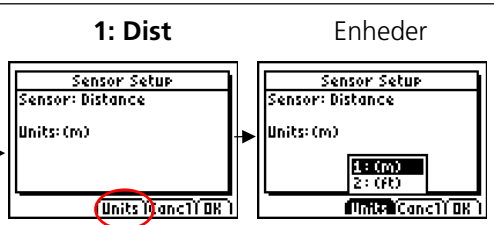
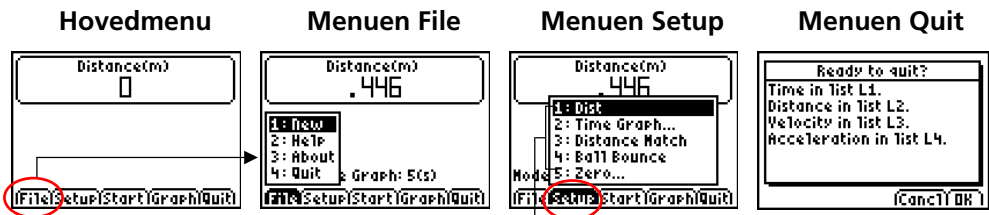
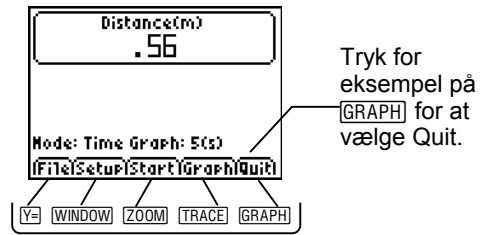
| Hvis du har dette problem:   | Så prøv følgende:  |
|--|--|
| Problemer med at indsamle data   | Kontroller, om der er en løs forbindelse mellem regneren og CBR 2™-enheden. Skub altid begge ender af kablet <b>helt ind</b> i stikkene.<br>Kontroller, om batterierne er ved at være flade (se side 40).  |
| CBR 2™ begynder automatisk at indsamle data af sig selv  | Hvis du lægger CBR 2™-enheden fra dig med <b>TRIGGER</b> -knappen nedad, kan denne knap blive trykket ind og målingerne blive aktiveret ved en fejltagelse. Tryk på <b>TRIGGER</b> igen for at stoppe målingerne.<br>Afslut EasyData App'en (med QUIT) og eventuelle andre CBR 2™- eller CBL-programmer, før du lægger CBR 2™-enheden bort.  |
| CBR 2™ afslutter ikke dataindsamlingen   | Tryk på <b>TRIGGER</b> for at afslutte dataindsamlingen. Gentag indsamlingen. Hvis problemet fortsætter, skal du udtage det ene batteri og sætte det tilbage. Bemærk: Alle data, der er lagret i CBR 2™ vil gå tabt.   |
| Kommunikationsfejl   | Slut CBR 2™ til regneren med Standard-B til Mini-A USB-kablet (enhed-til-CBR 2™).<br>Kontroller, om der er en løs forbindelse mellem regneren og CBR 2™-enheden. Skub altid begge ender af kablet <b>helt ind</b> i stikkene.<br>Hvis du ikke vil (eller kan) tilslutte CBR 2™-enheden til regneren, skal du afslutte EasyData App'en.   |
| Ikke nok hukommelse  | Du skal have tilstrækkelig hukommelse til EasyData App'en og datalisterne. EasyData kræver 5000 bytes for at køre effektivt. Du skal slette nogle elementer fra regnerens hukommelse.<br>Tryk på TI-regneren på <b>[2nd] [MEM] 2:Mem Mgmt./Del</b> . Marker de elementer, der skal slettes, og tryk på DEL for at slette de markerede elementer.   |
| Regneren reagerer ikke som beskrevet i opgaverne   | Denne vejledning gælder alle TI regnere, der kan indlæse EasyData App'en. Du kan opleve, at visse menunavne, skærmbilleder eller taster i denne vejledning ikke svarer nøjagtigt til dem på regneren. Hvis du anvender Ranger eller andre programmer, skal du vælge det, der passer bedst til formålet. Hvis der i vejledningen for eksempel står "Vælg DISTANCE MATCH", skulle du på TI-83 vælge DIST MATCH.  |
| Data ser forkerte ud: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ punkterne ligger ikke på kurven</li> <li>■ takkede grafer</li> <li>■ flade grafer</li> <li>■ afbrudte grafer</li> </ul> | Gentag målingen, og sørg for, at CBR 2™-enheden er rettet direkte mod objektet.<br>Læs på side 6–9, hvordan du opnår gode data fra målingerne.<br>Kontroller, at der ikke er elever, borde eller andre objekter i det <i>frie område</i> .<br>Når du bruger to CBR 2™-enheder samtidigt i det samme lokale, skal den ene gruppe elever gøre deres målinger færdig, før de andre begynder deres.<br>Kontroller, om der er en løs forbindelse mellem regneren og CBR 2™-enheden. Skub altid begge ender af kablet <b>helt ind</b> i stikkene.<br>Kontroller, om batterierne er ved at være flade (se side 40). |
| Mistet enhed-til-CBR 2™ kabel  | Du kan benytte det I/O enhed-til-enheds kabel, der fulgte med regneren. (Enheds-til-CBR 2™-kablet giver mulighed for automatisk start af EasyData og en mere stabil forbindelse, så du kan finde det ønskeligt at bestille et nyt kabel.)  |
| Batterierne bliver hele tiden flade  | Afslut EasyData App'en (med QUIT) og eventuelle andre CBR 2™- eller CBL-programmer, og fjern derefter forbindelsen mellem CBR 2™-enheden og regneren, før du lægger CBR 2™-enheden bort.   |

# EasyData Menuoversigt

Hvert skærbillede indeholder en eller flere indstillinger langs skærbilledets bund. Vælg en indstilling ved at trykke på graftegningstasten direkte under indstillingen.

Du kan navigere i menuerne som vist nedenfor ved at vælge de menuindstillinger, der er angivet med .

 angiver, at der indsamles data.



# ***Oplysninger om TI-produktservice og garanti***

## ***Produkt- og serviceoplysninger***

Kontakt TI via e-post, eller se TI's hjemmeside på Internettet:

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

Internetadresse: **education.ti.com**

## ***Service og garantioplysninger***

Se garantierklæringen, som fulgte med dette produkt, eller kontakt den lokale Texas Instruments forhandler/distributør for at få oplysninger om garantibetingelser, garantiens varighed eller om produktservice.