

***KOMME I GANG MED CBR 2™
ULTRALYD BEVEGELSESENSOR***

MED

5 ELEVØVELSER



Viktig

Texas Instruments og eventuelle tredjeparts bidragsytere gir ingen garantier, verken eksplisitt eller implisitt, heller ikke implisitte garantier for salgbarhet eller egnethet for et bestemt formål, for programmer eller dokumentasjon, og gjør dette materialet tilgjengelig bare i den tilstand det foreligger.

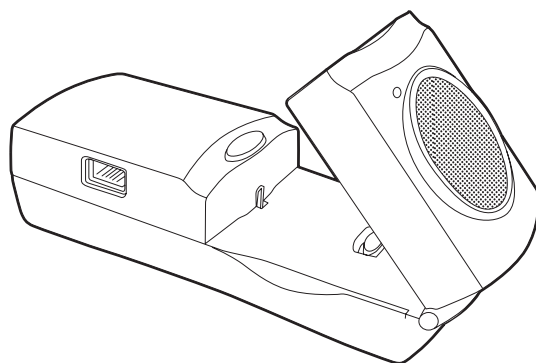
Texas Instruments eller noen tredjeparts bidragsytere påtar seg ikke under noen omstendigheter erstatningsansvar for direkte eller indirekte tap som måtte oppstå i forbindelse med eller som følge av kjøp eller bruk av dette materialet. Texas Instruments er heller ikke ansvarlig for krav som fremsettes av en annen part, om begrensning av bruksretten til disse materialene.

© 2004 Texas Instruments Incorporated.
Med enerett.

Vi gir herved lærere rett til å trykke eller kopiere opp de sidene i denne publikasjoner som har en merknad om opphavsrett, i antall som tilsvarer relevante klasser, forelesningstilhørere eller seminardeltakere. Disse sidene er beregnet på reproduksjon av lærere for bruk i klasser, kurs eller seminarer, men bare om hver side inneholder melding om opphavsrett. Slike kopier kan ikke selges, og videre distribusjon er eksplisitt forbudt. Med unntak av den bruk som angitt ovenfor, må det innhentes skriftlig tillatelse fra Texas Instruments Incorporated for reproduksjon eller overføring av dette materialet eller deler av det i noen annen form eller på noen annen elektronisk eller mekanisk måte, inkludert lagrings- eller gjenfinningsystemer, med mindre dette er eksplisitt tillatt i henhold til nasjonal opphavsrettslov. Henvendelser sendes til Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services

Øvelse 1 (*Grafen av bevegelsene dine*) og Øvelse 3 (*En tur på rutsjebanen*) brukes med tillatelse fra Vernier Software and Technology. Disse øvelsene bygger på *Middle School Science with Calculators* av Don Volz og Sandy Sapatka.






Innholdsfortegnelse



Innledning

Hva er CBR 2™?	2
Komme i gang med CBR 2™ – på 1, 2, 3	4
Hint for effektiv datainnsamling	6

Øvelser med merknader til læreren og oppgaveark for elevene

 Øvelse 1 — Grafen av bevegelsene dine	lineær	10
 Øvelse 2 — Kopier grafen	lineær	14
 Øvelse 3 — En tur på rutsjebanen	parabel	18
 Øvelse 4 — Sprettende ball	parabel	24
 Øvelse 5 — Rullende ball	parabel	28
Lærerveiledning		32

Teknisk informasjon

CBR 2™-data lagres i lister	36
EasyData-innstillinger	37
Bruke CBR 2™ med CBL 2™ eller CBL 2™-programmer	38

Vedlikeholdsinformasjon

Batterier	40
Hvis det oppstår problemer	41
EasyData menykart	42
TI service og garanti	43

CBR 2™ (Calculator-Based Ranger™)

ultralyd bevegelsessensor

brukes med TI-83 Plus, TI-83 Plus Silver Edition,
TI-84 Plus, og TI-84 Plus Silver Edition

ta virkelig datainnsamling og dataanalyse med inn i klasserommet
lett å bruke

Hva gjør CBR 2™?

Med CBR 2™ og en TI grafkalkulator kan elever samle inn, vise og analysere bevegelsesdata uten tidkrevende måling og manuell plotting.

Med CBR 2™ kan elevene utforske de matematiske og vitenskapelige forholdene mellom avstand, fart, akselerasjon og tid ved hjelp av data som er samlet inn på grunnlag av aktiviteter de utfører. Elevene kan undersøke matematiske og vitenskapelige begreper som:

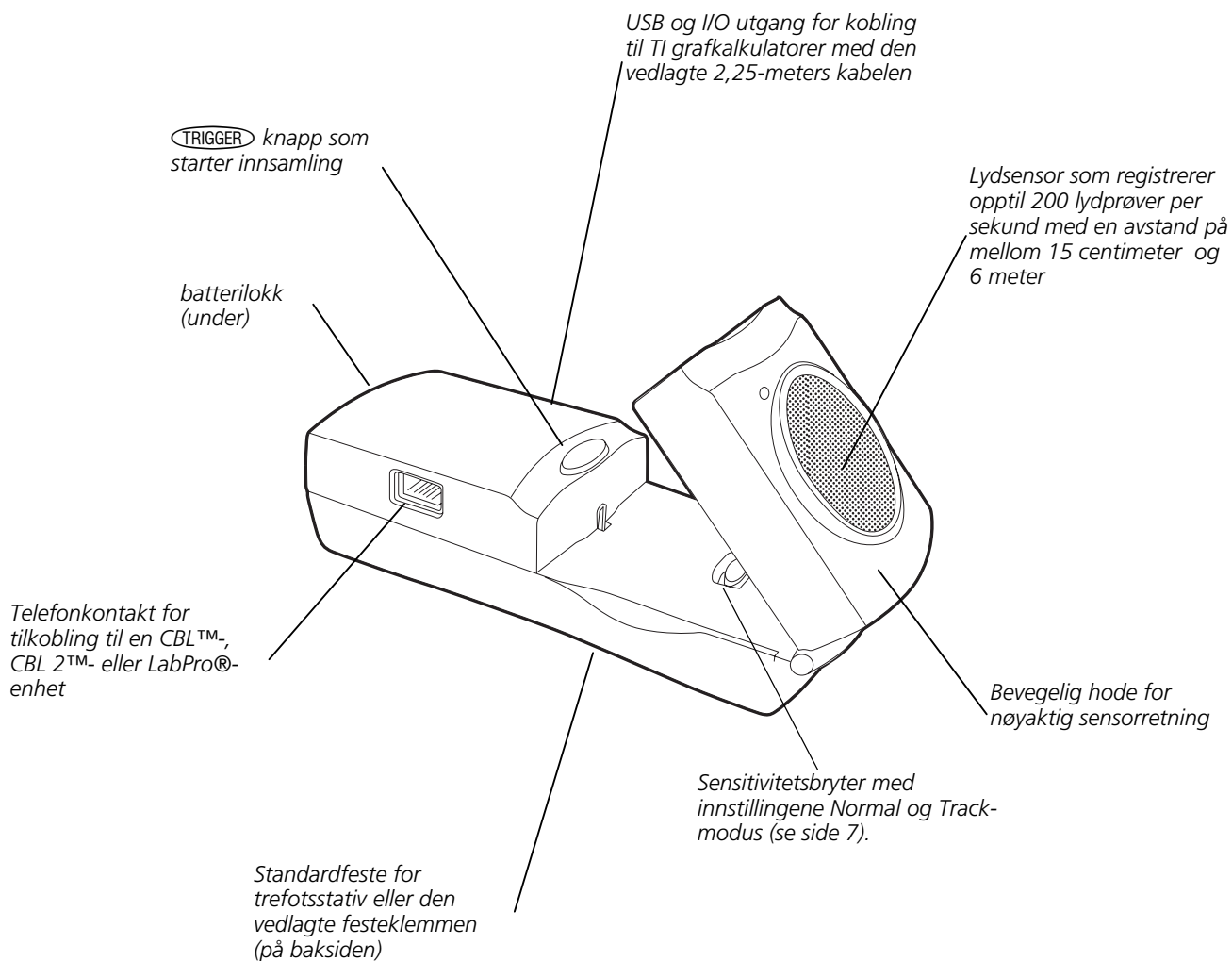
- bevegelse: *avstand, fart, akselerasjon*
- grafer: *koordinatakser, helling, skjæringspunkter*
- funksjoner: *lineær, kvadratisk, eksponentiell, sinuskurve*
- matematisk analyse: *differensialkvotienter, integraler*
- statistikk og dataanalyse: *datainnsamlingsmetoder, statistisk analyse*
- fysikk: *bevegelse, bruk med dynamiske baner, pendelanalyse, posisjon, hastighet akselerasjon*
- mekanikk: *eksperimenter med bevegelse*

Hva finner jeg i denne boken?

Komme i gang med CBR 2™ er utformet som en veiledning til lærere som ikke har særlig erfaring med bruk av kalkulatorer. Den inneholder instruksjoner som får deg raskt i gang, hint om effektiv innsamling av data og fem elevøvelser som viser de grunnleggende funksjonene og egenskapene for bevegelse. Øvelsene (se side 10–31) kan inneholde følgende komponenter:

- merknader til læreren for hver øvelse, pluss en generell lærerveiledning
- trinnvise instruksjoner
- grunnleggende aktiviteter for datainnsamling på alle nivåer
- undersøkelser som utforsker dataene nærmere, inkludert hva-hvis-scenarier
- forslag til avanserte emner egnet for elever innen matematisk analyse
- et oppgaveark som kan kopieres til elevene, med åpne spørsmål som passer for de fleste klassetrinn

Hva er CBR 2™? (forts.)



CBR 2™ inneholder alt du trenger for å begynne elevøvelser enkelt og raskt – bare legg til TI grafkalkulatorer (og lett tilgjengelig tilbehør for enkelte øvelser).

- ultralyd bevegelsessensor
- 4 AA-batterier
- I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
- 5 morsomme elevøvelser
- Standard-B til Mini-A USB-kabel (kalkulator-til-CBR 2™)

Komme i gang med CBR 2™ – på 1, 2, 3

Med CBR 2™ er du bare to eller tre enkle trinn unna den første datainnsamlingen!

1

Last ned

Grafkalkulatoren din kan ha forhåndsinnstilt en rekke applikasjoner (App), deriblant applikasjonen EasyData. Trykk på **[APPS]** hvis du vil se hvilke applikasjoner som er installert på kalkulatoren. Hvis EasyData ikke er installert, kan du hente den nyeste versjonen av denne applikasjonen fra education.ti.com. I så fall kan du laste ned applikasjonen EasyData nå.

2

Koble

Koble CBR 2™ til TI-grafkalkulatoren med en Standard-B til Mini-A USB-kabel (kalkulator-til-CBR 2™) eller I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel, og trykk den skikkelig inn i begge ender for å sikre forbindelsen.

Still sensitivitetsbryteren på Normal for gange, ballkasting, pendel, osv., eller på Track for bruk med dynamiske baner og vogner.

Om kalkulator-til-CBR 2™-kabelen:

- kan bare brukes med applikasjonen EasyData
- gir mulighet for autooppstart av applikasjonen EasyData når en CBR 2™ kobles til en kalkulator i TI-84 Plus-serien
- gir en fysisk bedre og mer pålitelig forbindelse enn I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen.
- kan ikke brukes med RANGER, DataMate, eller andre, lignende applikasjoner

3

Kjør

Kjør applikasjonen EasyData på den grafkalkulatoren som er koblet til CBR 2™.

Start med trinn 1 hvis du bruker en kalkulator i TI-83 Plus-serien. Hvis du har en TI-84 Plus som er tilkoblet med en kalkulator-til-CBR 2™-kabel, utfører du trinn 1 og 4.

1. Slå på kalkulatoren og vis hovedskjermbildet.
2. Trykk på **[APPS]** for å vise listen over applikasjonene på grafkalkulatoren.
3. Velg EasyData og trykk på **[ENTER]**.
Åpningsskjermbildet vises i 2–3 sekunder, før hovedskjermbildet vises.
4. Velg Start (trykk **[ZOOM]**) i hovedskjermbildet for å starte datainnsamlingen.

Vis resultater raskt med én av elevøvelsene i denne boken!

Viktig informasjon

- Denne veiledningen gjelder alle grafkalkulatorer fra TI som kan brukes med CBR 2™ (se side 2), så det kan hende at noen av menynavnene ikke stemmer helt overens med navnene på din kalkulator.
- Mens du gjør klart til øvelsene må du passe på at CBR 2™ er forsvarlig festet og at ingen kan snuble i ledningen.
- Gå alltid ut av applikasjonen EasyData ved hjelp av valget Quit. Applikasjonen EasyData stenger av CBR 2™ riktig og forsvarlig når du velger Quit. Dette sikrer at CBR 2™ blir riktig initialisert neste gang du skal bruke den.
- Koble alltid kalkulatoren fra CBR 2™ før du legger den til side.
- EasyData startes automatisk når kalkulator-til-CBR 2™-kabelen kobles fra en grafkalkulator av typen TI-84 Plus eller TI-84 Plus Silver Edition til en CBR 2™.

Hint for effektiv datainnsamling

Få bedre data

Hvordan fungerer CBR 2™?

Når du forstår hvordan en ultralyd bevegelsessensor fungerer, blir det enklere å få gode grafer av data. Bevegelsessensoren sender ut ultralydsignaler og måler hvor lang tid det tar før signalet reflekteres tilbake fra nærmeste objekt.

CBR 2™ måler, som alle andre ultralyd bevegelsessensorer, tidsintervallet fra utsending av ultralydsignalet til første ekko kommer tilbake, men CBR 2™ har også en innebygd mikroprosessor som gjør mye mer. Når dataene samles inn, beregner CBR 2™ avstanden fra objektet til CBR 2™ ved hjelp av lyd hastighetsberegninger. Deretter beregner den første og andre derivert av avstandsdataene for å finne farts- og akselerasjonsdata. Disse målingene lagres i listene.

Objektstørrelse

Hvis du bruker et lite objekt langt fra CBR 2™, reduseres muligheten for nøyaktige målinger. Ved 5 meter vil det for eksempel være langt mer sannsynlig at du kan peile inn en fotball enn en bordtennisball.

Minimumsavstand

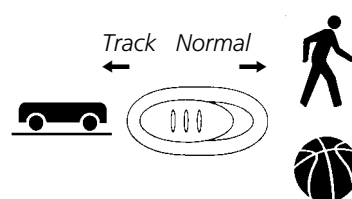
Når CBR 2™ sender ut et signal, treffer signalet objektet, returneres og blir mottatt av CBR 2™. Hvis objektet er mindre enn 15 centimeter fra CBR 2™, vil etterfølgende signaler kunne overlappe hverandre og feiltolkes av CBR 2™. Grafen vil bli unøyaktig. Plasser derfor CBR 2™ minst 15 centimeter fra objektet.

Maksimumsavstand

Når signalet går gjennom luften, reduseres styrken i det. Etter omtrent 12 meter (6 meter til objektet og 6 meter tilbake til CBR 2™) vil ekkoet være for svakt til at CBR 2™ kan fange det opp. Dette begrenser den pålitelige og effektive avstanden mellom CBR 2™ og objektet til mindre enn 6 meter.

Sensitivitetsbryter

Sensitivitetsbryteren har to modier – Track og Normal. Track-modus brukes ved øvelser med dynamiske baner og vogner. Normal-modus brukes ved alle andre øvelser, med for eksempel gange, ballkast, sprettende ball, pendel, osv.



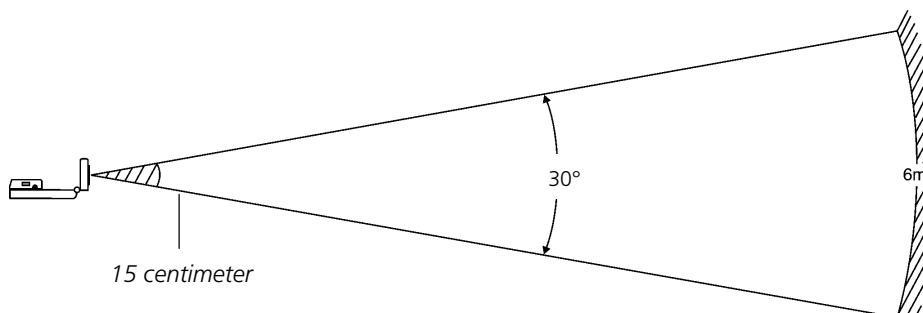
Hvis du får mye uønsket støy i dataene, kan årsaken være at sensitivitetsbryteren er innstilt på Normal. Hvis du i stedet flytter den til Track, reduseres sensorens sensitivitet, og det kan gi bedre målinger.

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

Klar sone

Banen til CBR 2™-strålen har ikke en smal, blyantlignende form, men sprer seg ut i alle retninger, opptil 15° fra sentrum i en 30° kjegleformet stråle.

For å unngå forstyrrelser fra andre objekter i nærheten, bør du prøve å opprette en *klar sone* for banen til CBR 2™-signalet. Slik hjelper du til å sikre at ikke andre objekter enn målobjektet blir registrert av CBR 2™. CBR 2™ registrerer det nærmeste objektet i den klare sonen.



Reflekterende overflater

Enkelte overflater reflekterer signalene bedre enn andre. Du kan for eksempel vente bedre resultater med en relativt hard og glatt ball enn med en tennisball. Av samme årsak vil innsamlinger gjort i et rom fylt med harde, reflekterende flater oftere inneholde ugyldige datapunkter. Målinger av uregelmessige overflater (for eksempel en lekebil eller en elev som holder en kalkulator og går over gulvet) kan bli ujevne.

En avstand-tid-graf av et ikke-bevegelig objekt kan inneholde små forskjeller i de beregnede avstandsverdiene. Hvis noen av disse verdiene plottes på en annen piksel, kan den ventede, rette linjen vise små ujevnheter. Fart-tid-grafen kan virke enda mer ujevn fordi endringer i avstand mellom to gitte punkter over tid per definisjon er fart.

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

EasyData-innstillinger

Konfigurere datainnsamling for Time Graph

Eksperimentlengden (Experiment Length) er den samlede tiden i sekunder det tar å samle inn alle datapunktene. Den bestemmes av antall datapunkter multiplisert med tiden mellom hvert av dem (Sample Interval).

Angi et tall mellom 0,05 (for objekter som beveger seg svært hurtig) og 0,5 sekunder (for objekter som beveger seg svært langsomt).

Merk: Se "Slik klargjør du kalkulatoren for datainnsamling" på side 12 hvis du vil ha detaljert informasjon om hvordan du kan endre innstillingene.

Meny navn	Beskrivelse	Standardinnst.
Sample Interval	Måler tiden mellom datapunktene i sekunder.	0,05
Number of Samples	Totalt antall datapunkter som skal samles inn.	100
Experiment Length	Eksperimentets lengde i sekunder.	5

Starte og stoppe

Når du vil starte datainnsamlingen, velger du Start (trykk **ZOOM**). Datainnsamlingen stopper automatisk når antall datapunkter som angitt i menyen Time Graph Settings er samlet inn. CBR 2™ viser da en graf av de innsamlede dataene på grafkalkulatoren.

Hvis du vil stoppe datainnsamlingen før den stopper automatisk, kan du velge Stop (trykk inn og hold **ZOOM**) når som helst i innsamlingsprosessen. Når innsamlingen stoppes, vises en graf over de innsamlede dataene.

Støy – hva er det og hvordan bli kvitt det?

Når CBR 2™ mottar signaler som er reflektert fra andre objekter enn hovedmålet, viser grafen avvikende datapunkter (støypunkter) som ikke passer inn i det generelle mønsteret i grafen. Slik minimeres støyen:

- Kontroller at CBR 2™ peker direkte på målet. Forsøk å justere sensorhodet mens du ser på sanntidsdataene på hovedskjerm bildet. Kontroller at datainnfangingen er tilfredsstillende før du starter en øvelse eller et eksperiment.
- Prøv å samle inn data i et tomt rom (se illustrasjonen *klar sone* på side 7).
- Velg et større, mer reflekterende objekt eller flytt objektet nærmere CBR 2™ (men ikke nærmere enn 15 centimeter).
- Ved bruk av flere CBR 2™ i et rom bør én gruppe gjøre seg ferdig med sin datainnsamling før den neste gruppen begynner.
- Forsøk å flytte sensitivitetsbryteren til Track-posisjonen for å redusere sensorens sensitivitet.

Lydens hastighet

Den antatte avstanden til objektet beregnes ut fra antagelsen om en nominell (standard) lyd hastighet. Lydens faktiske hastighet varierer imidlertid med flere faktorer, hvorav lufttemperaturen er den mest merkbare.

CBR 2™ har en innebygd temperatursensor som automatisk kompenserer for endringer i lyd hastigheten som følge av temperaturendringer i luften. Temperaturkonverteringen fra 0 °C til 40 °C, ved standard barometertrykk, er ganske lineær på ca. +0,6 meter/sekund (m/s) per grad Celsius. Lyd hastigheten øker fra rundt 331 m/s ved 0 °C til rundt 355 m/s ved 40 °C. Disse hastighetene forutsetter en relativ luftfuktighet på 35 % (tørr luft).

Når du bruker applikasjonen EasyData med CBR 2™, vil denne temperaturkompensasjonen ikke bli utført når du samler inn bevegelsesdata. Sensoren er plassert under hullene bak på CBR 2™. Når du samler inn data er det derfor viktig å passe på at disse hullene ikke er dekket med noe som har en annen temperatur enn temperaturen i omgivelsene.

Bruke CBR 2™ uten applikasjonen EasyData

Du kan bruke CBR 2™ som en ultralydbasert bevegelsesdetektor med CBL 2™ eller med andre programmer enn EasyData.

Hvis du bruker I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen, kan CBR 2™ brukes med grafkalkulatorer som ikke har applikasjonen EasyData installert, men som har applikasjonen CBL/CBR og/eller programmet RANGER. CBR 2™ vil gi samme funksjonalitet som en CBR™ når du samler inn data ved hjelp av applikasjonen CBL/CBR og/eller programmet RANGER.

Applikasjonen CBL/CBR kan brukes på de fleste eldre kalkulatorer av typene TI-83 Plus. Applikasjonen CBL/CBR er tilgjengelig for nedlastning på education.ti.com, og setter deg i stand til å samle inn bevegelsesdata ved å bruke I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen på CBR 2™.

Programmet RANGER, som er en del av applikasjonen CBL/CBR og tilgjengelig for andre kalkulatorer, gjør det mulig å samle inn bevegelsesdata ved å bruke I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen. Mange av arbeidsbøkene i seriene TI Explorations bruker programmet RANGER.

Du kan også bruke CBR 2™ som en bevegessensor med CBL 2™-enheten for datainnsamling. Bruk den DataMate-applikasjonen som ble levert sammen med CBL 2™ til å styre CBR 2™ via en CBL 2™. Det kreves en spesiell CBL-til-CBR-kabel for å bruke dette systemet. Hvis du vil vite mer om denne kabelen, kan du se TIs nettbutikk på education.ti.com.

Øvelse 1—Grafen av bevegelsene dine

merknader til læreren

Begreper

Funksjoner som undersøkes: lineær

Denne øvelsen krever applikasjonen EasyData.

Materiell

- ✓ kalkulator (se side 2 for tilgjengelige modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ kalkulator-til-CBR 2™ eller I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
- ✓ applikasjonen EasyData
- ✓ maskeringsteip
- ✓ meterstokk

Hint

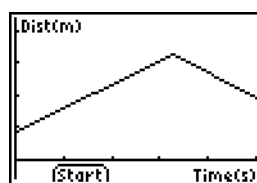
Denne øvelsen kan være første gang elevene bruker bevegelsesdetektoren CBR 2™. En liten innføring nå vil spare tid senere i år, siden CBR 2™ brukes i mange øvelser. Her er noen tips for effektiv bruk av CBR 2™:

- Når CBR 2™ brukes, er det viktig å være klar over at ultralyden sendes ut i en kjegle med en bredde på ca. 30°. Alt innenfor ultralydkjeglen kan skape en refleksjon og muligens en uønsket måling. Et vanlig problem ved bruk av bevegelsesdetektorer er at man får uønskede refleksjoner fra møbler i rommet.
- Uønskede refleksjoner kan ofte minimaliseres ved å vippe CBR 2™ til en litt annen stilling.
- Hvis du begynner med en graf av hastighet eller akselerasjon, og resultatene er forvirrende, kan du gå tilbake til en avstandsgraf for å se om det er mer oversiktlig. Hvis ikke, kan det hende at CBR 2™ ikke er riktig innstilt på målet.
- CBR 2™ kan ikke registrere objekter på riktig måte hvis de er nærmere enn 15 cm. Maksimalavstanden er ca. 6 m, men objekter langt ute i deteksjonskjeglen kan være problematiske på denne avstanden.

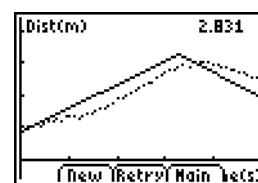
- Noen ganger vil et objekt ikke gi en tydelig refleksjon av ultralyden. Hvis det for eksempel er en person som har på seg en posete genser, kan den resulterende grafen bli inkonsistent.
- Hvis grafene av hastighet og akselerasjon inneholder mye støy, kan du forsøke å bedre refleksjonen av ultralyden ved å øke arealet til objektet.

Det kan være lurt å be elevene om å holde en stor bok foran seg når de går foran CBR 2™. Det vil gi bedre grafer fordi det jevner ut bevegelsene.

Typiske plott



Avstand mot tid



Tilpasning av avstand/tid

Svar på spørsmål

9. Stigningstallet for den delen av grafen som svarer til bevegelse er større for den høyeste hastigheten.

Resultatene vil sannsynligvis variere fra gruppe til gruppe som følge av forskjellige ganghastigheter.

Når en person går mot bevegelsesdetektoren, gir det et negativt stigningstall. Når en person går bort fra bevegelsesdetektoren, blir stigningstallet positivt.

12. Vær oppmerksom på at stigningstallet er nær null (eller lik null) når personen som måles står stille. Teoretisk skal stigningstallet være lik null, men i praksis vil det ofte være små avvik fra den teoretiske verdien på grunn av variasjoner i de innsamlede dataene.

Grafer som lages ved hjelp av en CBR 2™ kan brukes til å studere bevegelse. I denne øvelsen skal du bruke en CBR 2™ til å tegne grafer av dine egne bevegelser.

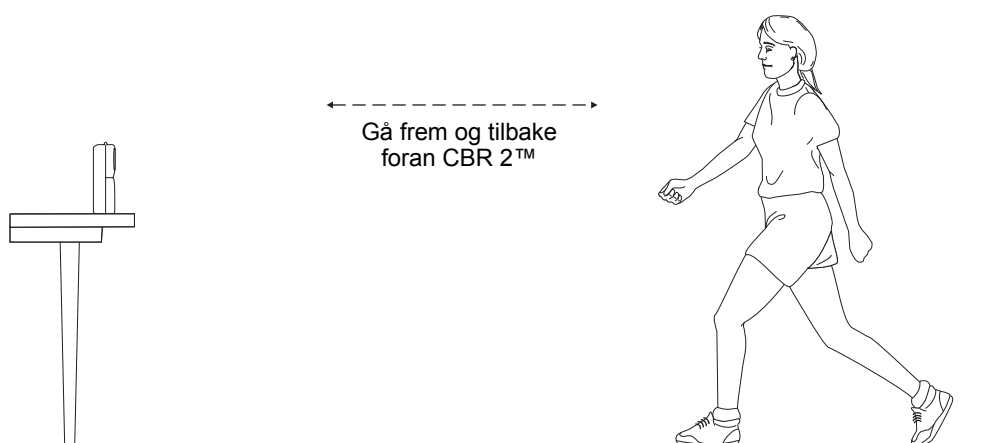
Målsetninger

I denne øvelsen skal du:

- bruke en bevegelsesdetektor til å måle avstand og hastighet
- fremstille bevegelsene dine grafisk
- analysere grafene du lager

Datainnsamling: Graf av avstand som funksjon av tid

- 1 Plasser en CBR 2™ på en bordflate som vender mot et område der det ikke befinner seg møbler eller andre gjenstander. CBR 2™ skal ha en høyde på ca. 15 centimeter over midjehøyde.

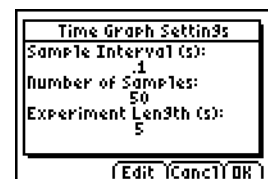
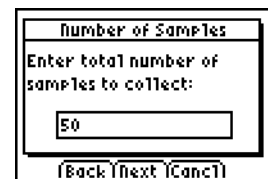
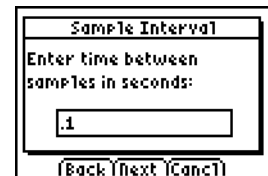
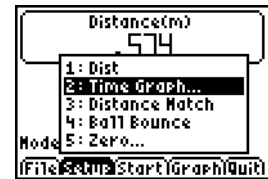


- 2 Bruk korte strimler med maskeringsteip på gulvet for å merke av 1, 2, 3 og 4 meters avstand fra CBR 2™.
- 3 Koble CBR 2™ til kalkulatoren ved å bruke en passende kabel (se nedenfor). Pass på at kablene er skikkelig tilkoblet i begge ender.
 - Med TI-83 Plus, bruker du en I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
 - Med TI-84 Plus, bruker du en Standard-B til Mini-A USB-kabel (kalkulator-til-CBR 2™)
- 4 Trykk på **APPS** på kalkulatoren og velg EasyData for å starte applikasjonen EasyData.

Merk: EasyData vil bli startet automatisk hvis CBR 2™ er koblet til en TI-84 Plus med en kalkulator-til-CBR 2™-kabel.

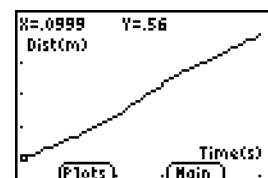
5 Slik klargjør du kalkulatoren for datainnsamling:

- Velg Setup (trykk **WINDOW**) for å åpne Setup-menyen.
- Trykk 2 for å velge 2: Time Graph og åpne skjermbildet Time Graph Settings.
- Velg Edit (trykk **ZOOM**) for å åpne dialogvinduet Sample Interval.
- Skriv inn 0.1 for å angi at tiden mellom hvert datapunkt skal være 1/10 sekund.
- Velg Next (trykk **ZOOM**) for å gå videre til dialogvinduet Number of Samples.
- Skriv inn 50 for å angi hvor mange datapunkter som skal samles inn.
Eksperimentet vil ta 5 sekunder (antall datapunkter multiplisert med tiden mellom hvert av dem).
- Velg Next (trykk **ZOOM**) for å vise en oversikt over de nye innstillingene.
- Velg OK (trykk **GRAPH**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.



6 Utforske grafisk fremstilling av avstand mot tid.

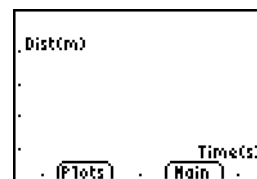
- Stå på 1-meters merket, med ryggen mot CBR 2™.
- Gi partneren din beskjed om å velge Start (trykke **WINDOW**).
- Gå langsomt til 2,5-meters merket, og stopp.
- Når datainnsamlingen er ferdig, vil et grafisk plott bli tegnet.



e. Skisser grafen i det tomme koordinatsystemet her.

f. Velg to punkter på grafen, og finn stigningstallet ved hjelp av x- og y-koordinatene.

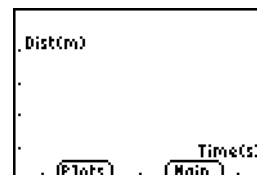
Punkt 1: _____ Punkt 2: _____ Stigningstall: _____



g. Velg Main (trykk **TRACE**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.

7 Gjenta trinn 6, men denne gangen starter du fra 2,5-meters merket og går mot 1-meters merket. Gjør dette to ganger, først ved å gå langsomt og deretter raskere.

Punkt 1: _____ Punkt 2: _____ Stigningstall: _____



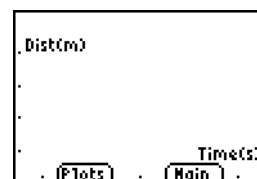
8 Skisser de nye plottene i det tomme koordinatsystemet her.

9 Beskriv forskjellene mellom grafene (trinn 6e og trinn 8)

10 Gjenta trinn 6 mens du står stille på 2,5-meters merket.

11 Skisser det nye plottet i det tomme koordinatsystemet her.

12 Regn ut et omtrentlig stigningstall for alle grafene.



Begreper

Funksjon som undersøkes: lineær.

Match presenterer de virkelige begrepene avstand og tid – eller mer nøyaktig, begrepet avstand *i forhold til* tid.

I Undersøkelser blir elevene bedt om å konvertere gangfarten i meter per sekund til kilometer per time.

Når de har fått taket på avstand-tid-forholdet, kan du utfordre elevene med forholdet fart-tid.

Materiell

- ✓ kalkulator (se side 2 for tilgjengelige modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ kalkulator-til-CBR 2™ eller I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
- ✓ applikasjonen EasyData

Med en TI ViewScreen™ kan de andre elevene følge med på og oppleve det som er morsomst med denne øvelsen.

Hint

Elevene liker vanligvis denne øvelsen godt. Sett av rikelig med tid, slik at alle som vil, får prøve seg!

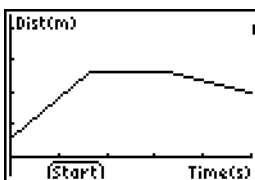
Denne øvelsen fungerer best når eleven som går (og hele klassen) kan se bevegelsen inntegnet på en vegg eller storskjerm ved hjelp av TI ViewScreen™.

Fortell elevene at de må gå på rett linje med CBR 2™. De prøver av og til å gå til siden (vinkelrett på linjen fra CBR 2™) eller til og med hoppe opp og ned!

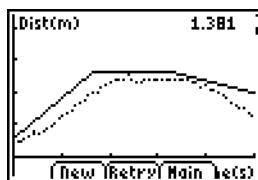
Instruksjonene anbefaler at øvelsen gjøres i meter (ikke fot), som samsvarer med spørsmålene på elevenes oppgaveark.

Se side 6–9 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Vanlige grafer



Avstand mot tid



Kopiere avstand mot tid

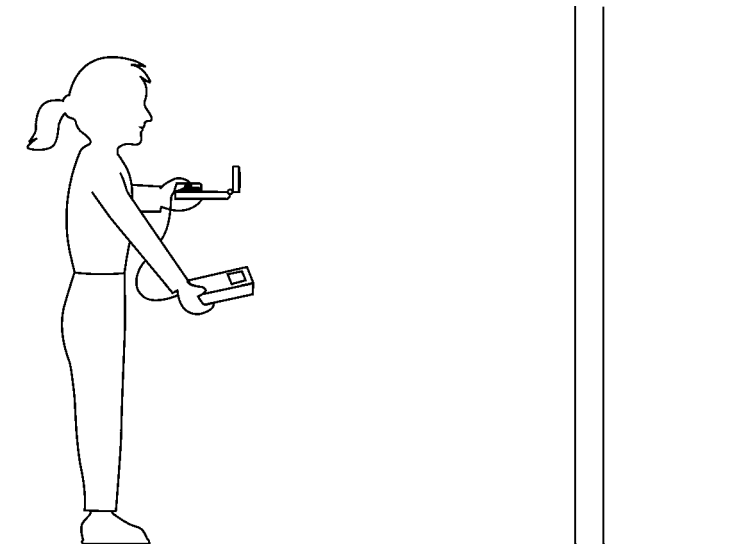
Mulige svar

1. tid (fra starten av datainnsamlingen); sekunder; 1 sekund; avstand (fra CBR 2™ til objektet); meter; 1 meter
2. skjæringspunktet med y-aksen representerer startavstanden
3. varierer fra elev til elev
4. bakover (øk avstanden mellom CBR 2™ og objekt)
5. framover (reduser avstanden mellom CBR 2™ og objekt)
6. stå stille; nullkurve krever ingen endringer i y (avstand)
7. varierer fra graf til graf; $\Delta y/3.3$
8. varierer fra graf til graf; $\Delta y/1$
9. segmentet med størst helling (positiv eller negativ)
10. dette spørsmålet er en felle – det flate segmentet, fordi du ikke beveger deg i det hele tatt!
11. gangfart; når eleven skal endre retning og/eller fart
12. fart
13. varierer fra graf til graf (eksempel: 1,5 meter på 3 sekunder)
14. varierer fra graf til graf; eksempel: 0,5 meter/1 sekund
 eksempel: $(0,5 \text{ meter} / 1 \text{ sekund}) \times (60 \text{ sekunder} / 1 \text{ minutt}) = 30 \text{ meter} / \text{minutt}$
 eksempel: $(30 \text{ meter} / 1 \text{ minutt}) \times (60 \text{ minutter} / 1 \text{ time}) = 1800 \text{ meter} / \text{time}$
 eksempel: $(1800 \text{ meter} / 1 \text{ time}) \times (1 \text{ kilometer} / 1000 \text{ meter}) = 1,8 \text{ kilometer} / \text{time}$.
 Få elevene til å sammenligne dette siste tallet med farten for et kjøretøy, for eksempel 96 kilometer / time.
15. varierer fra graf til graf; summen av Δy for hvert linjesegment.

Datainnsamling

- 1 Hold CBR 2™ i en hånd og kalkulatoren i den andre. Pek rett mot veggen med sensorhodet.

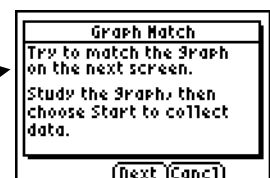
Hint: Maksimumsavstanden for alle grafene er 6 meter fra CBR 2™. Minimumsavstander er 15 centimeter. Pass på at det ikke finnes noe annet i den klare sonen (se side 7).



- 2 Kjør applikasjonen EasyData.
- 3 Åpne Setup-menyen og velg 3:Distance Match.
Funksjonen Distance Match tar seg automatisk av innstillingene.

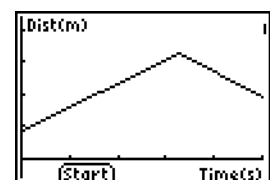
- 4 Velg Start (trykk **ZOOM**) og følg anvisningene på skjermen.

Forsøk å "etterligne" grafen på neste bilde.



- 5 Velg Next (trykk **ZOOM**) for å vise grafen du skal prøve å etterligne. Bruk litt tid til å studere grafen. **Svar på spørsmål 1 og 2 på oppgavearket.**

Merk: Grafen du skal forsøke å etterligne vil være forskjellig hver gang trinn 4 og trinn 5 utføres.



- ⑥ Still deg opp der du tror grafen starter. Velg Start (trykk **W**) for å starte datainnsamlingen. Du vil høre en klikkelyd og se et grønt lys mens dataene samles inn.
- ⑦ Gå fram og tilbake og prøv å lage en kopi av grafen. Posisjonen din plottes på skjermen.
- ⑧ Når datainnsamlingen er ferdig, undersøker du hvor godt "spaserturen" din stemmer overens med grafen. *Svar på spørsmål 3.*
- ⑨ Velg Retry (trykk **Z**) for å vise den samme grafen du skal forsøke å kopiere. Prøv å forbedre bevegelsene dine, og *svare deretter på spørsmål 4, 5 og 6.*

Undersøkelser

I Distance Match består alle grafer av tre rette linjesegmenter (linjestykker).

- ① Velg New (trykk **W**) for å vise en ny graf du skal forsøke å kopiere. Se på det første segmentet, og *svare på spørsmål 7 og 8.*
- ② Se på hele grafen, og *svare på spørsmål 9 og 10.*
- ③ Still deg der du tror grafen begynner, trykk på Start for å begynne datainnsamlingen, og prøv å lage en tilsvarende graf.
- ④ Når du er ferdig med datainnsamlingen, *svare du på spørsmål 11 og 12.*
- ⑤ Velg New (trykk **W**) for å vise en annen graf du skal forsøke å kopiere.
- ⑥ Se på grafen, og *svare på spørsmål 13, 14 og 15.*
- ⑦ Velg New (trykk **W**) og gjenta om ønskelig øvelsen, eller velg Main (trykk **T**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.
- ⑧ Velg Quit (trykk **G**) og OK (trykk **G**) for å avslutte applikasjonen EasyData.

Øvelse 2 – Kopier grafen

Navn _____

Datainnsamling

1. Hvilken fysisk enhet representeres langs x-aksen? _____
Hva er målenheten? _____ Hvor langt fra hverandre er avmerkingene? _____
Hvilken fysisk størrelse representeres langs y-aksen? _____
Hva er målenheten? _____ Hvor langt fra hverandre er avmerkingene? _____
2. Hvor langt fra CBR 2™ tror du du bør stå i begynnelsen? _____
3. Begynte du for langt fra, for nær eller akkurat passe? _____
4. Skal du gå framover eller bakover for et segment som heller oppover? _____
Hvorfor? _____
5. Skal du gå framover eller bakover for et segment som heller nedover? _____
Hvorfor? _____
6. Hva skal du gjøre for et segment som er flatt? _____
Hvorfor? _____

Undersøkelser

7. Hvis du tar ett skritt hvert sekund, hvor langt må skrittet være? _____
8. Hvis du i stedet tar skritt på 1 meter, hvor mange må du ta? _____
9. For hvilket segment må du bevege deg raskest? _____
Hvorfor? _____
10. For hvilket segment må du bevege deg saktest? _____
Hvorfor? _____
11. I tillegg til å velge om du vil bevege deg framover eller bakover, hvilke andre faktorer må du ta hensyn til for å lage en nøyaktig samsvarende graf? _____

12. Hvilken fysisk størrelse representerer hellingen (hvor bratt linjen er)? _____
13. Hvor mange meter må du gå på hvor mange sekunder for det første linjesegmentet? _____
14. Konverter verdien i spørsmål 13 (farten) til meter/sekund: _____
Konverter til meter/minutt: _____
Konverter til meter/time: _____
Konverter til kilometer/time: _____
15. Hvor langt gikk du faktisk? _____

Øvelse 3—En tur på rutsjebanen

merknader til læreren

Begreper

Funksjon som undersøkes: parabel

Bevegelsen ned en rutsjebane på en lekeplass brukes til å illustrere hastighetsendring på grunn av friksjon.

Materiell

- ✓ kalkulator (se side 2 for tilgjengelige modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ kalkulator-til-CBR 2™ eller I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
- ✓ applikasjonen EasyData
- ✓ rutsjebane

Hint

En lekeplass med flere rutsjebaner er å foretrekke for dette eksperimentet. Rutsjebanene bør være rette. Rutsjebaner med andre former kan brukes som en tilleggsøvelse. Av sikkerhetsgrunner bør du minne elevene på at de ikke må prøve å gå forbi hverandre på rutsjebanen.

Det kan være lurt å ta med kalkulatorer og bevegelsesdetektorer i én eller flere esker, og dele ut utstyret til elevene på stedet. Minn elevene på at objekter som er nærmere enn 15 cm fra bevegelsesdetektoren ikke kan registreres på riktig måte.

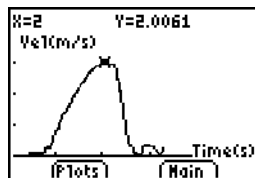
Avhengig av hvilke typer rutsjebaner som er tilgjengelige, kan det være aktuelt å endre måten elevene plasserer seg under datainnsamlingen. Noen rutsjebaner har store plattformer der eleven med bevegelsesdetektoren og eleven med kalkulatoren og grensesnittet kan stå.

Studentene kan bruke vokspapir, glatte klær, sand og annet for å øke hastigheten. Husk å informere elevene om del II på forhånd slik at de kan forberede seg.

Eksempel på resultater

	Hastighet (m/s)			
	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Gjennomsnitt
Del 1	1,97	2,02	2,00	2,00
Del 2	2,80	3,07	2,82	2,90

Typiske plott



En tur på rutsjebanen

Typiske svar

1. Se Eksempler på resultater.
2. Under Eksempler på resultater var hastigheten i del 2 0,90 m/s høyere enn hastigheten i del 1. Vokspapir ble brukt til å redusere friksjonen og øke hastigheten.
3. Svarene vil variere. Hastigheten vil variere på grunn av forskjeller som kontaktområde, vekt, og ulik friksjon med ulike materialer.
4. Svarene vil variere.
5. En høyere rutsjebane skal gi høyere hastighet.
6. Steinen som slippes fra toppen av rutsjebanen vil treffe bakken først, siden friksjonen og helningen på rutsjebanen gir steinen som ruller ned rutsjebanen lavere hastighet.
7. Det flate stykket nederst på rutsjebanen fungerer som en brems som forhindrer skader.

Tilleggsoppgaver

Definer og utfør en plan for å måle hastighet med et annet lekeapparat.

Arranger en konkurranse for å se hvem i klassen eller gruppen som klarer høyest hastighet ned rutsjebanen.

Du har kjent til lekeplasser og rutsjebaner siden du var et lite barn. Gravitasjonskraften trekker deg nedover rutsjebanen. Friksjonskraften bremser deg. I den første delen av dette eksperimentet skal du bruke en CBR 2™ til å finne hastigheten ned en rutsjebane. I den andre delen skal du eksperimentere med ulike måter å øke hastigheten nedover rutsjebanen.

Mål

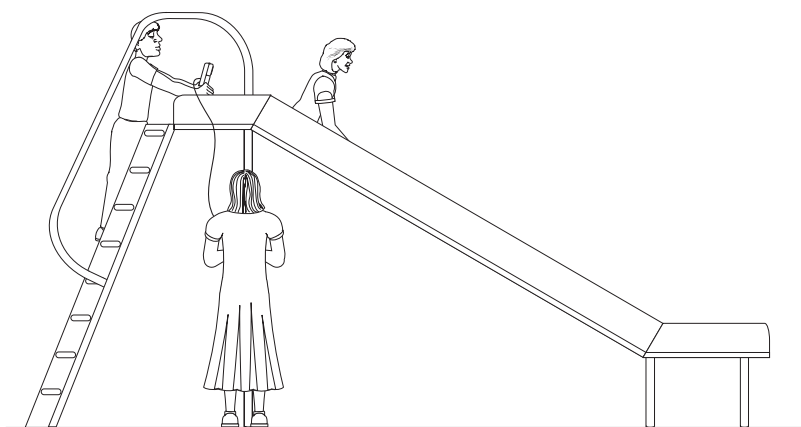
I dette eksperimentet skal du:

- bruke en CBR 2™ til å finne hastigheten din nedover en rutsjebane
- eksperimentere med måter for å øke hastigheten nedover rutsjebanen
- forklare resultatene

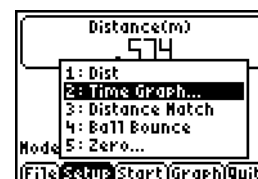
Datainnsamling, del 1, Hastigheten ned rutsjebanen

- ❶ Koble CBR 2™ til kalkulatoren med en passende kabel (se nedenfor) og trykk kabelen skikkelig inn i begge ender.
 - Hvis TI-83 Plus: Bruk en I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel.
 - Hvis TI-84 Plus: Bruk en Standard-B til Mini-A USB-kabel (kalkulator-til-CBR 2™)
- ❷ Trykk **[APPS]** på kalkulatoren og velg EasyData for å starte applikasjonen EasyData.

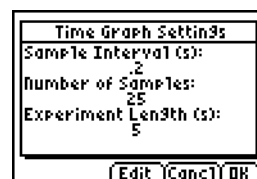
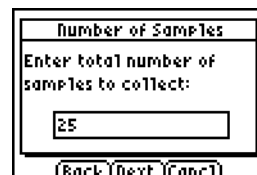
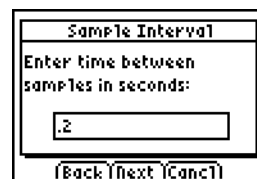
Merk: EasyData vil bli startet automatisk hvis CBR 2™ er koblet til en TI-84 Plus med en kalkulator-til-CBR 2™-kabel.



- ❸ Slik klargjør du kalkulatoren for datainnsamling:
 - a. Velg Setup (trykk **[WINDOW]**) for å åpne Setup-menyen.
 - b. Trykk på 2 for å velge 2: Time Graph og åpne skjermbildet Time Graph Settings.



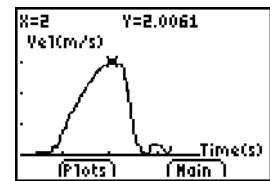
- c. Velg Edit (trykk **ZOOM**) for å åpne dialogvinduet Sample Interval.
- d. Skriv 0.2 for å angi 0,2 sekunders intervall mellom datapunktene.
- e. Velg Next (trykk **ZOOM**) for å gå videre til dialogvinduet Number of Samples.
- f. Skriv 25 for å angi antall datapunkter. Datainnsamlingen vil ta 5 sekunder.
- g. Velg Next (trykk **ZOOM**) for å vise en oppsummering av de nye innstillingene.
- h. Velg OK (trykk **GRAPH**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.



- 4 Innta forberedende posisjoner for datainnsamling.
 - a. En av gruppemedlemmene skal først gå opp og sitte på toppen av rutsjebanen.
 - b. En annen person holder CBR 2™, og går høyt nok opp på stigen på rutsjebanen til å holde CBR 2™ bak den som skal rutsje.
 - c. En tredje person står på bakken ved siden av rutsjebanen og holder kalkulatoren og grensesnittet.
- 5 Innta endelige posisjoner for datainnsamling.
 - a. Rutsjeren holder seg fremdeles fast, men flytter seg så langt frem at det er ca. 15 cm avstand mellom vedkommendes rygg og CBR 2™.
 - b. Personen som holder CBR 2™ skal holde CBR 2™ stødig og sikte den mot baksiden av rutsjeren.
 - c. Personen som holder kalkulatoren og grensesnittet skal plassere seg i en komfortabel stilling som gjør at CBR 2™-kabelen ikke strekkes.
- 6 Samle inn dataene.
 - a. Velg Start (trykk **ZOOM**) for å starte datainnsamlingen.
 - b. Rutsjeren begynner å rutsje så snart han/hun hører en klikkelyd.
 - c. Når datainnsamlingen for dette forsøket er ferdig, skal personen med CBR 2™ komme ned på bakken.

Forsiktig: Ingen må forsøke å gå forbi en annen på stigen eller på vei opp på eller ned fra rutsjebanen.

- 7 Finn hastigheten til personen på rutsjebanen.
- Når datainnsamlingen er ferdig, og en graf av avstand mot tid vises, velger du Plots (trykk **WINDOW**).
 - Trykk på 2 for å velge 2: Vel vs Time og vise hastighet mot tid.
 - Bruk **▸** til å utforske datapunktene langs grafen. Når du beveger markøren mot høyre og venstre, vises verdiene for tid (X) og hastighet (Y) for hvert datapunkt over grafen. Det høyeste punktet på grafen svarer til den høyeste hastigheten som rutsjeren har oppnådd. Noter denne høyeste hastigheten i datatabellen. Rund av til nærmeste 0,01 m/s. (I eksemplet til høyre er den høyeste hastigheten 2,00 m/s.)
 - Velg Main (trykk **TRACE**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.
- 8 Gjenta trinn 4–7 to ganger til.



Øvelse 3—En tur på rutsjebanen

Navn _____

Datainnsamling, del 2, Enda raskere rutsjebane

1. Sett opp en plan for å øke farten på rutsjebanen.
 - a. Prøv ut noen av ideene for å øke hastigheten på rutsjebanen. Du har ikke lov til å dekke rutsjebanen med noe som må vaskes av.
 - b. Bestem dere for en plan som dere tror vil gi best fart på rutsjebanen.
 - c. Beskriv planen under Plan for raskere rutsjebane nedenfor.
2. Test ut planen ved å bruke trinn 4-8 i del 1.

Plan for raskere rutsjebane

Data

	Hastighet (m/s)			
	Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Gjennomsnitt
Del 1				
Del 2				

Databehandling

1. Regn ut gjennomsnittshastigheten for de tre forsøkene i del 1. Noter gjennomsnittet i riktig felt i datatabellen. Regn ut og noter gjennomsnittshastigheten for del 2.
2. Subtraher gjennomsnittshastigheten for del 1 fra gjennomsnittshastigheten for del 2 for å finne ut hvor mye gruppen klarte å øke hastigheten.
3. Hvilke metoder brukte de andre gruppene for å øke hastigheten?

Øvelse 3—En tur på rutsjebanen (forts.)

4. Hvilken metode fungerte best? Forklar hvorfor den fungerte best.

5. Hvis du kunne økt rutsjebanens høyde, hvor mye ville det påvirket hastigheten?

6. Hvis du slipper en stein fra toppen av rutsjebanen samtidig som en lignende stein rulles nedover rutsjebanen, hvilken av steinene treffer bakken først? Forklar.

7. Hvorfor er den nederste delen av de fleste rutsjebaner flat?

Begreper

Funksjon som undersøkes: parabel.

Virkelige begreper som frittfallende objekter som spretter, tyngdekraft og konstant akselerasjon er eksempler på parabelfunksjoner. I denne øvelsen undersøkes verdiene for høyde, tid og koeffisienten A i annengradsligningen $Y = A(X - H)^2 + K$, som beskriver adferden for en sprettende ball.

Materiell

- ✓ kalkulator (se side 2 for tilgjengelige modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ kalkulator-til-CBR 2™ eller I/O
kalkulator-til-kalkulator-kabel
- ✓ applikasjonen EasyData
- ✓ stor ball (ca 20 cm diameter)
- ✓ TI ViewScreen™ (valgfritt)

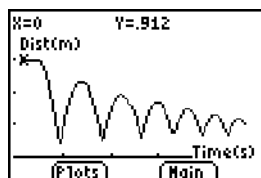
Hint

Det beste er hvis denne øvelsen utføres av to elever: en som holder ballen og en som velger Start på kalkulatoren.

Se side 6–9 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Grafen skal se ut som en sprettende ball. Hvis den ikke gjør det, må innsamlingen gjentas. Pass på at CBR 2™ er rettet rett mot ballen. Vi anbefaler å bruke en forholdsvis stor ball.

Vanlige grafer



Undersøkelser

Etter at et objekt blir sluppet, virker tyngdekraften på det (vi ser bort fra luftmotstanden). Så A avhenger av tyngdens akselerasjon, -9.8 meter/sekund². Det negative fortegnet indikerer at akselerasjonen er rettet nedover.

Verdien for A er tilnærmet lik halvparten av tyngdens akselerasjon, eller -4.9 meter/sekund².

Mulige svar

1. tid (fra starten av datainnsamlingen); sekunder; høyde/avstand mellom ballen og gulvet; meter
2. utgangshøyden for ballen fra gulvet (toppunktene representerer øverste punkt i hvert sprett); gulvet representeres av $y = 0$.

3. Avstand-tid-grafen for denne øvelsen representerer ikke avstanden fra CBR 2™ til ballen. Ball Bounce snur avstandsdataene slik at grafen passer bedre til elevenes forventninger om ballens adferd. $y = 0$ på grafen er faktisk det punktet det ballen er lengst fra CBR 2™, nå den treffer gulvet.
4. Elevene bør innse at x-aksen representerer tid, ikke vannrett avstand.
7. Grafen for $A = 1$ er både omvendt og bredere enn inntegningen.
8. $A < -1$
9. parabel konkav opp; konkav ned; lineær
12. samme; matematisk representerer koeffisienten A utstrekningen av krumningen av parabelen; fysisk avhenger A av tyngdekraftens akselerasjon, som forblir konstant i alle sprettene.

Avanserte undersøkelser

Spretthøyden for ballen (maksimumshøyden for et bestemt sprett) kan beregnes slik:

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

- y er spretthøyden
- h er høyden ballen ble sluppet fra
- p er en konstant som avhenger av de fysiske egenskapene til ballen og gulvets overflate
- x er sprettets nummer i rekken

For en gitt ball og starthøyde vil spretthøyden minske eksponentielt for hvert påfølgende sprett. Når $x = 0$, $y = h$, vil skjæringspunktet for y representere utgangshøyden.

Ivrige elever kan finne koeffisientene i denne ligningen ved hjelp av de innsamlede dataene. Gjenta øvelsen med forskjellige utgangshøyder eller med annen ball eller gulvoverflate.

Etter å ha tilpasset kurven manuelt, kan elevene bruke regresjonsanalyse til å finne funksjonen som best gjengir dataene. Velg deretter Quit fra Main screen. Følg prosedyrene for kalkulatoren for å utføre en kvadratisk regresjonsanalyse på listene L1 og L2.

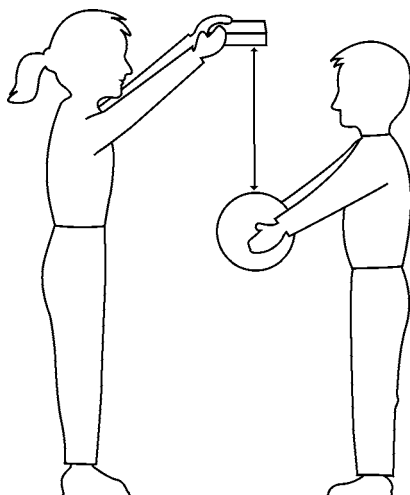
Tillegg

Integrer fart-tid-grafen, for forflytningen (samlet tilbakelagt avstand) for et fritt valgt tidsintervall. Legg merke til at forflytningen er null for et helt sprett (ballen begynner og slutter på gulvet).

Datainnsamling

- 1 Begynn med et testsprett. Slipp ballen (ikke kast den!).

Hint: Plasser CBR 2™ minst 0,5 meter over høyden for den høyeste spretten. Hold sensoren rett over ballen og pass på at det ikke finnes noe annet i den klare sonen (se side 7).

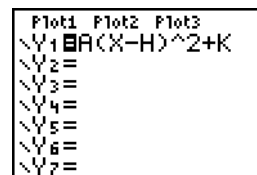


- 2 Kjør applikasjonen EasyData
- 3 Åpne Setup-menyen, velg 4:Ball Bounce, og velg deretter Start (trykk **ZOOM**).
Noen generelle instruksjoner vises. Funksjonen Ball Bounce tar seg automatisk av innstillingene.
- 4 La en person holde kalkulatoren og CBR 2™, mens en annen holder ballen under sensoren.
- 5 Velg Start (trykk **ZOOM**). Når CBR 2™ begynner å klikke, slipper du ballen og går ett skritt tilbake. (Hvis ballen spretter til siden, må du flytte deg slik at CBR 2™ hele tiden er rett over den, men pass på at du **ikke** endrer høyden på CBR 2™.)
- 6 Når klikkingen stopper, overføres de innsamlede dataene til kalkulatoren, og et plott av avstand mot tid vises.
- 7 Hvis du ikke er fornøyd med plottet, kan du velge Main, Start, Start for å gjenta forsøket. Se på grafen. **Svar på spørsmål 1 og 2 på oppgavearket.**
- 8 Legg merke til at Ball Bounce automatisk snudde avstandsdataene. **Svar på spørsmål 3 og 4.**

Undersøkelser

Avstand-tid-grafen for en sprett utgjør en parabel.

- ❶ Grafen er i TRACE-modus. Trykk på \square for å finne toppunktet for den første gode spretten, som skal danne en pen form uten for mye støy. *Svar på spørsmål 5* på oppgavearket.
- ❷ Velg Main for å gå tilbake til hovedskjermbildet. Velg Quit og deretter OK for å avslutte EasyData.
- ❸ *Toppunktet* beregnes med annengradsligningen $Y = A(X - H)^2 + K$ som er egnet for denne analysen. Trykk på \square . Slå av alle valgte funksjoner i Y=-editoren. Beregn toppunktet med annengradsligningen $Y_n = A * (X - H)^2 + K$.



Merk: Hvis du har applikasjonen Transformation Graphing installert på kalkulatoren, kan dette gjøres mye enklere ved å endre koeffisienter på grafskjermbildet.

- ❹ Lagre verdien du registrerte i spørsmål 5 for høyden i variabelen K på Home-skjermbildet, lagre den tilsvarende tiden i variabel H , og lagre 1 i variabel A .

Eksempel: Trykk 4 \square \square ALPHA K \square , 2.5 \square \square ALPHA H \square , 1 \square \square ALPHA A \square for å angi $K=4$, $H=2.5$ og $A=1$.

- ❺ Trykk på \square for å vise grafen. *Svar på spørsmål 6 og 7.*
- ❻ Prøv $A = 2$; 0 ; -1 . *Fullfør første del av tabellen i spørsmål 8, og svar på spørsmål 9.*
- ❼ Velg dine egne verdier for A til du har tall som stemmer overens med grafen. *Registrer valgene dine for A i tabellen i spørsmål 8.*
- ❽ Gjenta øvelsen, men velg denne gangen ut den siste fullstendige spretten (lengst til høyre). *Svar på spørsmålene 10, 11 og 12.*

Avanserte undersøkelser

- ❶ Gjenta datainnsamlingen, men ikke velg ut én enkelt parabel.
- ❷ Registrer tid og høyde for hver påfølgende sprett.
- ❸ Bestem forholdet mellom høydene for de påfølgende sprettene.
- ❹ Forklar betydningen, hvis noen, av dette forholdet.

Øvelse 4 – Sprettede ball

Navn _____

Datainnsamling

1. Hvilken fysisk størrelse representeres langs x-aksen? _____
Hva er målenheten? _____
Hvilken fysisk størrelse representeres langs y-aksen? _____
Hva er målenheten? _____
2. Hva representerer grafens høyeste punkt? _____
Og det laveste? _____
3. Hvorfor ble grafen snudd av applikasjonen Ball Bounce? _____
4. Hvorfor ser grafen ut som om ballen spratt bortover gulvet? _____

Undersøkelser

5. Registrer maksimumshøyden og den tilsvarende tiden for den første fullstendige spretten. _____
6. Stemte grafen for $A = 1$ med plottet av dataene fra den første fullstendige spretten? _____
7. Hvorfor eller hvorfor ikke? _____
8. Fyll ut diagrammet nedenfor.

A	Hvordan blir samsvaret mellom datagrafen og Yn-grafen?
1	
2	
0	
-1	

9. Hva tyder en positiv verdi for A på? _____
Hva tyder en negativ verdi for A på? _____
Hva tyder en nullverdi for A på? _____
10. Registrer maksimumshøyden og den tilsvarende tiden for den siste fullstendige spretten. _____
11. Tror du A blir større eller mindre for den siste spretten? _____
12. Hvordan ble A egentlig? _____
Hva tror du A kan representere? _____

Begreper

Funksjon som undersøkes: parabel.

Å tegne en graf for en ball som ruller nedover et skråplan med varierende helling gir en gruppe kurver som kan beregnes med en serie annengradsligninger. I denne øvelsen undersøkes verdiene av koeffisientene i annengradsligningen $y = ax^2 + bx + c$.

Materiell

- ✓ kalkulator (se side 2 for tilgjengelige modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ kalkulator-til-CBR 2™ eller I/O kalkulator-til-kalkulator-kabel
- ✓ applikasjonen EasyData
- ✓ stor ball (ca. 20 cm. diameter)
- ✓ langt skråplan (minst 2 meter – en kryssfinerplate fungerer bra)
- ✓ transportør
- ✓ bøker til å bygge opp skråplanet med
- ✓ TI ViewScreen™ (valgfritt)

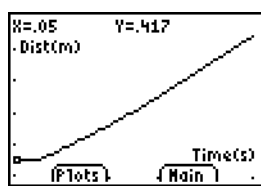
Hint

Diskuter hvordan skråplanets vinkel kan måles. Oppfordre elevene til å være kreative når den første vinkelen skal måles. De kan for eksempel bruke en trigonometrisk beregning eller et brettet papir.

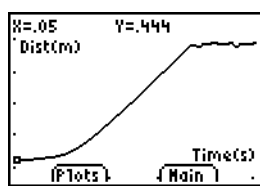
For brattere vinkler (større enn 60°) kan det være en løsning å bruke en CBR 2™-klemme (selges separat).

Se side 6–9 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Vanlige grafer



15°



30°

Mulige svar

1. den tredje grafen

2. tid; sekunder; avstanden mellom objektet og CBR 2™; meter
3. varierer (skal være en halv parabel, konkav opp)
4. en parabel (kvadratisk)
5. varierer
6. varierer (skal være en parabel med økende krumning)
7. 0° er flat (ballen kan ikke rulle); 90° er det samme som fritt fall (fallende ball)

Undersøkelser

Et legemes bevegelse bare påvirket av tyngdekraften er et populært emne i fysikken. Slik bevegelse uttrykkes vanligvis med en bestemt form av annengradsligningen

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

- s er et objekts posisjon ved tidspunktet t
- a er akselerasjonen
- v_i er utgangsfarten
- s_i er utgangsposisjonen

I annengradsligningen $y = ax^2 + bx + c$, representerer y avstanden mellom CBR 2™ og ballen ved tidspunktet x hvis ballens utgangsposisjon var c , utgangsfart var b og akselerasjonen er $2a$.

Avanserte undersøkelser:

Siden ballen er i ro når den slippes, skal b være tilnærmet lik null ved hvert forsøk. c skal være tilnærmet lik utgangsavstanden, 0,5 meter. a øker med hellingsvinkelen.

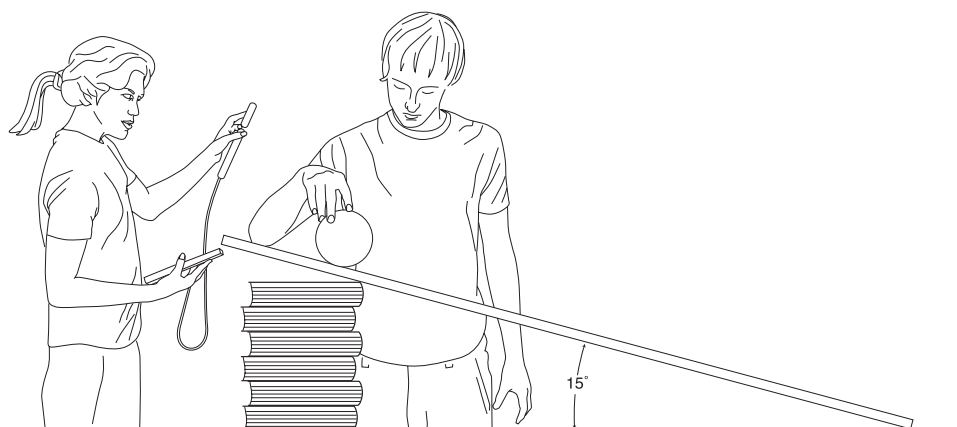
Hvis elevene bruker ligningen $y = ax^2 + bx + c$ manuelt, bør du kanskje gi dem hint om mulige verdier for b og c . Du kan også lede dem til å utføre en kvadratisk regresjon på listene L1 og L2 med kalkulatoren. Ballens akselerasjon er forårsaket av jordens tyngdekraft, så jo mer skråplanet peker nedover (jo større hellingsvinkel), jo større verdi for a . Maksimum a oppstår for $\theta = 90^\circ$, minimum for $\theta = 0^\circ$. a er faktisk proporsjonal med sinus av θ .

Datainnsamling

- 1 Svar på spørsmål 1 på oppgavearket. Bruk en transportør/vinkelmåler til å sette opp et skråplan med 15° vinkel. Legg CBR 2™ på skråplanet og vipp sensorhodet slik at det står vinkelrett på skråplanet.

Merk et punkt på skråplanet 15 centimeter fra CBR 2™. Få én elev til å holde ballen på dette merket, mens en annen holder kalkulatoren og CBR 2™.

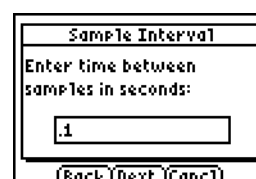
Hint: Still sensoren inn rett mot ballen og pass på at det ikke finnes noe annet i den klare sonen (se side 7).



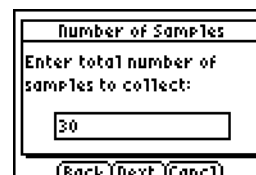
- 2 Kjør applikasjonen EasyData.
- 3 Slik klargjør du kalkulatoren for datainnsamling:
 - a. Velg Setup (trykk **WINDOW**) for å åpne Setup-menyen.



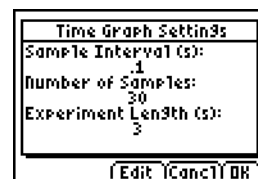
- b. Trykk på **2** for å velge 2: Time Graph og åpne skjermbildet Time Graph Settings.
- c. Velg Edit (trykk **ZOOM**) for å åpne dialogvinduet Sample Interval.
- d. Skriv 0.1 for å angi 0,1 sekunder mellom hvert datapunkt.



- e. Velg Next (trykk **ZOOM**) for å gå videre til dialogvinduet Number of Samples.
- f. Skriv 30 for å angi antall datapunkter. Datainnsamlingen vil vare i 3 sekunder.



- g. Velg Next (trykk **ZOOM**) for å vise en oversikt over de nye innstillingene.
- h. Velg OK (trykk **GRAPH**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.



- ④ Når innstillingene er riktige, velger du Start (trykk **ZOOM**) for å starte datainnsamlingen.
- ⑤ Når klikkelyden begynner, slippes ballen øyeblikkelig (ikke dytt den), og eleven tar et skritt tilbake.
- ⑥ Når innsamlingen er ferdig, vises avstand-tid-grafen automatisk. *Svar på spørsmål 2, 3, 4 og 5.*

Undersøkelser

Undersøk hva som skjer ved endring av hellingsvinkel.

- ① Forutsi hva som vil skje hvis hellingen økes. *Svar på spørsmål 6.*
- ② Juster hellingen til 30°. Gjenta trinn 2 til og med 6. *Legg inn denne grafen på tegningen i spørsmål 6 med navnet 30°.*
- ③ Gjenta trinn 2 til og med 6 for hellinger på 45° og 60° og legg dem inn i tegningen.
- ④ *Svar på spørsmål 7.*

Avanserte undersøkelser

Juster tidsverdiene slik at $x = 0$ for utgangshøyden (tidspunktet da ballen ble sluppet). Du kan gjøre dette manuelt ved å trekke x -verdien for det første punktet fra alle punktene i grafen, eller du kan skrive inn $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$.

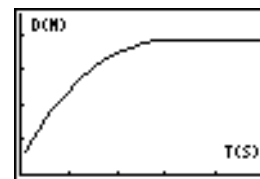
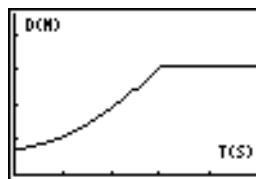
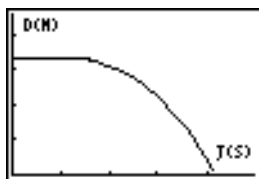
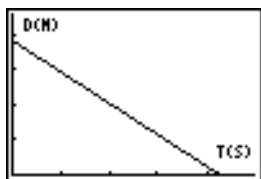
- ① Beregn verdiene for a , b og c for gruppen med kurver etter ligningen $y = ax^2 + bx + c$ ved 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°.
- ② Hva er største og minste mulige verdi for a ? Hvorfor?
- ③ Skriv et uttrykk som beskriver det matematiske forholdet mellom a og hellingsvinkelen.

Øvelse 5 – Rullende ball

Navn _____

Datainnsamling

1. Hvilken av disse grafene tror du best tilsvarer *avstand-tid*-grafene for en ball som ruller nedover et skråplan?



2. Hvilken fysiske egenskap representeres langs x-aksen? _____

Hva er målenheten? _____

Hvilken fysiske egenskap representeres langs y-aksen? _____

Hva er målenheten? _____

3. Tegn inn hvordan grafen faktisk ser ut. Sett navn på aksene. Merk grafen der ballen ble sluppet og der den kom til bunnen av skråplanet.

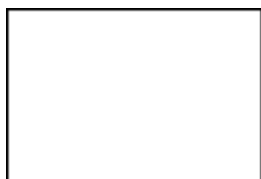


4. Hvilken type funksjon representerer dette plottet mellom de to punktene du har merket av? _____

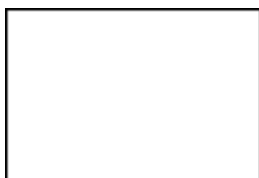
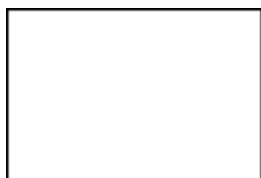
5. Diskuter hvordan du har endret din forståelse fra grafen du valgte i spørsmål 1 til kurven du tegnet inn i spørsmål 3. _____

Undersøkelser

6. Tegn inn kurven slik du tror den vil se ut med større helling. (Gi den navnet *forutsagt*.)



7. Tegn inn og sett navn på grafene for 0° og 90°:



Hvordan kan undervisningen forandres med CBR 2™?

CBR 2™ er et lettbrukt system med funksjoner som gjør at det går enkelt og raskt å innarbeide den i undervisningen.

Med CBR 2™ får du betydelige forbedringer i forhold til andre datainnsamlingsmetoder du kanskje har brukt tidligere. Dette kan i sin tur lede til en omstrukturering av tidsbruken i klasserommet, etter hvert som elevene blir ivrigere til å ville bruke virkelige data.

- Du vil raskt se at elevene føler sterkere tilhørighet til dataene fordi de faktisk deltar i innsamlingsprosessen i stedet for å bruke data fra lærebøker, tidsskrifter eller statistiske tabeller. Dette gir dem en sterkere opplevelse av at de begrepene de undersøker i klasserommet, er en del av den virkelige verden og ikke bare abstrakte ideer. Men det betyr også at hver elev vil ønske å delta praktisk i innsamlingen av data.
- Datainnsamling med CBR 2™ er betydelig mer effektivt enn å sette opp forsøk og måle manuelt med linjal og stoppeklokke. Siden flere datapunkter gir bedre oppløsning, og siden en ultralyd bevegelsessensor er svært nøyaktig, blir formen på kurvene tydeligere. Du trenger mindre tid til datainnsamling, og får dermed mer tid til analyse og undersøkelser.
- Med CBR 2™ kan elevene gjøre gjentatte observasjoner og undersøke variasjoner i hva-hvis-scenarier. Spørsmål som "Er parabelen den samme for første og siste sprett?" blir naturlige og verdifulle tillegg.
- Med den styrken som ligger i visualiseringen, kan elevene raskt assosiere de inntegnede listedataene med de fysiske størrelsene og de matematiske funksjonene som dataene beskriver.

Andre endringer oppstår når data fra virkelige hendelser samles inn. CBR 2™ lar elevene undersøke de underliggende forholdene både numerisk og grafisk.

Undersøke data grafisk

Bruk automatisk genererte grafer for avstand, fart og akselerasjon i forhold til tid for undersøkelser som:

- Hva er den fysiske betydningen av skjæringspunktet med y-aksen? og med x-aksen? hellingen? maksimum? minimum? den deriverte? integralene?
- Hvordan gjenkjenner vi hvilken funksjonstype (lineær, parabel osv.) grafen representerer?
- Hvordan ville vi beregne dataene med en representativ funksjon? Hva er betydningen av de forskjellige koeffisientene i funksjonen (f.eks. $AX^2 + BX + C$)?

Undersøke data numerisk

Elevene kan bruke statistiske metoder (middeltall, medianer, modalverdi, standardavvik osv.) som tilsvarer deres kunnskapsnivå, til å undersøke de numeriske dataene. Når du går ut av applikasjonen EasyData, får du en påminnelse om listene hvor tid (L1), avstand (L2), fart (L3) og akselerasjon (L4) er lagret.

CBR 2™-grafer – binder den fysiske verden og matematikken sammen

Grafene som blir tegnet på grunnlag av dataene som blir samlet inn med EasyData, er en visuell framstilling av forholdet mellom den fysiske og den matematiske beskrivelsen av bevegelse. Elevene bør oppmuntres til å gjenkjenne, analysere og diskutere formen på en graf både med fysiske og matematiske begreper. Mer samtale og flere oppdagelser er mulig når funksjonene legges inn i Y=-editoren og vises sammen med grafene.

Det kan være en interessant elevøvelse å prøve å utføre de samme beregningene som CBR 2™ utfører.

1. Samle inn eksempeldata. Gå ut av applikasjonen EasyData.
2. Bruk eksempeltidene i L1 sammen med avstandsdataene i L2 til å beregne farten på objektet ved hvert prøvetidspunkt. Sammenlign deretter resultatene med fartsdataene i L3.

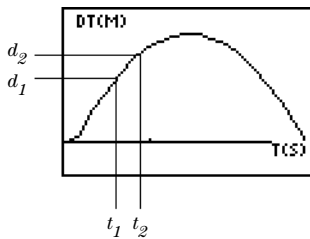
$$L3_n = \frac{(L2_{n+1} + L2_n)/2 - (L2_n + L2_{n-1})/2}{L1_{n+1} - L1_n}$$

3. Bruk fartsdataene i L3 (eller verdiene elevene har kommet fram til) sammen med eksempeltidene i L1 til å beregne akselerasjonen for objektet på hvert prøvetidspunkt. Sammenlign deretter resultatene med akselerasjonsdataene i L4.
 - En *avstand-tid-graf* representerer tilnærmet posisjon for et objekt (avstand fra CBR 2™) ved hvert øyeblikk i tid mens en måling gjøres. Y-aksens målenhet er meter, x-aksens målenhet er sekunder.
 - En *fart-tid-graf* representerer den tilnærmede farten på objektet (i forhold til og i retning av CBR 2™) på hvert prøvetidspunkt. Y-aksens målenhet er meter/sekund, x-aksens målenhet er sekunder.
 - En *akselerasjon-tid-graf* representerer tilnærmet mål på endring i fart for et objekt (i forhold til og i retning av CBR 2™) på hvert prøvetidspunkt. Y-aksens målenhet er meter/sekund², x-aksens målenhet er sekunder.
 - *Den første deriverte* i et hvilket som helst punkt på avstand-tid-grafen er farten i det angitte øyeblikket.
 - *Den første deriverte* i et hvilket som helst punkt på fart-tid-grafen er akselerasjonen i det angitte øyeblikket. Dette finnes også med den andre deriverte i et hvilket som helst punkt på avstand-tid-grafen.
 - En *bestemt integral* (området mellom grafen og x-aksen mellom to fritt valgte punkter) på fart-tid-grafen tilsvarer forflytningen (netto avstand tilbakelagt) i det angitte tidsrommet.
 - Ordene hastighet og fart brukes ofte om hverandre. De har ulik betydning, selv om de har nær sammenheng. Hastighet er en skalar størrelse, det vil si et tall med benevning, uten bestemt retning, slik som i "2 meter per sekund". Fart er en vektor, det vil si et tall med både benevning og retning, slik som i "2 meter per sekund i retning nordover.

En vanlig fart-tid-graf med CBR 2™ representerer fart uten retning. Bare størrelsen (som kan være positiv, negativ eller null) blir gitt. Retningen angis bare implisitt. En positiv fartsverdi angir bevegelse bort fra CBR 2™, og en negativ verdi angir bevegelse mot CBR 2™.

CBR 2™ måler avstand bare langs en rett linje fra sensoren. Hvis et objekt beveger seg i en vinkel i forhold til denne linjen, vil CBR 2™ derfor bare beregne den komponenten av farten som er parallell med denne linjen. Et objekt som beveger seg vinkelrett på denne linjen, vil for eksempel vise en fart lik null.

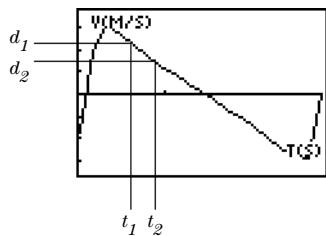
Avstand, fart og akselerasjon i matematikken



Avstand-tid-graf

$$V_{\text{gjennomsnitt}} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{helling på avstand-tid-graf}$$

$$V_{\text{punkt}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \quad \text{hvor } s = \text{avstand}$$



Fart-tid-graf

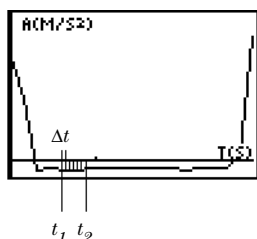
$$A_{\text{gjennomsnitt}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{helling på fart-tid-graf}$$

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

Lærerveiledning (forts.)

Arealet under fart-tid-grafen fra t_1 til $t_2 = \Delta d = (d_2 - d_1) =$ forflytning fra t_1 til t_2 (netto avstand tilbakelagt).

$$\text{Så, } \Delta d = \left(\sum_{t=1}^{t=2} v(\Delta t) \right) \quad \text{or} \quad \Delta d = \int_{t=1}^{t=2} v(dt)$$



Akselerasjon-tid-graf

Web-ressurser

På vår web-adresse, education.ti.com, finner du:

- en liste over tilleggsmateriale for bruk med CBR 2™, CBL 2™ og TI grafkalkulatorer
- en side med øvelser og programmer utviklet og lagt inn av lærere som deg selv
- CBR 2™-programmer som gir tilgang til tilleggsfunksjoner i CBR 2™
- nærmere informasjon om innstillinger og programmeringskommandoer for CBR 2™

Andre ressurser

Texas Instruments' *Explorations*-bøker inneholder tilleggsmateriale for TI grafkalkulatorer, inkludert bøker med elevøvelser for CBR 2™ som passer for matematikk- og naturfagundervisning i de øvre klassene på ungdomsskolen og videregående skole.

CBR 2™-data lagres i lister

Innsamlede data lagres i listene L1, L2, L3 og L4

Når CBR 2™ samler inn data, overføres dataene automatisk til kalkulatoren og lagres i lister. Hver gang du går ut av applikasjonen EasyData, får du en påminnelse om hvor dataene er lagret.

- L1 inneholder tidsdata.
- L2 inneholder avstandsdata.
- L3 inneholder fartsdata.
- L4 inneholder akselerasjonsdata.

For eksempel representerer det femte elementet i listen L1 tidspunktet da det femte datapunktet ble samlet inn, og det femte elementet i listen L2 representerer avstanden for det femte datapunktet.

Bruke datalistene

Listene slettes ikke når du går ut av applikasjonen EasyData. De er derfor tilgjengelige for annen grafisk, statistisk og numerisk undersøkelse og analyse.

Du kan plote listene mot hverandre, vise dem i listeredigering, bruke regresjonsanalyse og utføre andre analyser. Du kan for eksempel samle inn data fra en elev som går bort fra CBR 2™. Deretter kan elevene finne den linjen som passer best til dataene ved å bruke funksjonen for manuell tilpasning (regresjon) i TI-84 Plus.

EasyData-innstillinger

Endre innstillinger for EasyData

EasyData viser de mest brukte innstillingene før datainnsamlingen begynner.

- ❶ Fra hovedskjermbildet i applikasjonen EasyData velger du Setup > 1: Dist eller 2: Time Graph. De aktive innstillingene vises på kalkulatoren.
Merk: Innstillingene for Distance Match og Ball Bounce i Setup-menyen er forhåndsinnstilte og kan ikke endres.
- ❷ Velg Next (trykk **[ZOOM]**) for å gå til den innstillingen du vil endre.
- ❸ Gjenta dette med alle de tilgjengelige alternativene. Når et alternativ er riktig, velger du Next for å gå til neste alternativ.
- ❹ Hvis du vil endre en innstilling, angir du 1 eller 2 sifre, og velger Next.
- ❺ Når alle innstillingene er riktige, velger du OK (trykk **[GRAPH]**) for å gå tilbake til hovedskjermbildet.

De nye innstillingene forblir aktive inntil du velger å tilbakestille EasyData til standardinnstillingene, kjøre en applikasjon eller kjøre en annen aktivitet som endrer innstillingene. Hvis du manipulerer L5 utenfor applikasjonen EasyData eller du sletter L5, vil muligens standardinnstillingene bli gjenopprettet neste gang du kjører EasyData.

Gjenopprette standardinnstillinger for EasyData

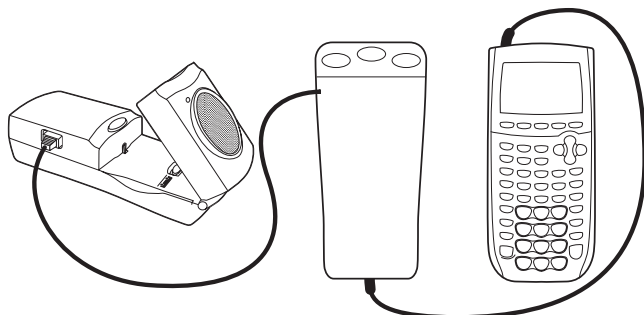
Standardinnstillingene passer til de fleste prøvesituasjoner. Hvis du er usikker på hvilke innstillinger du skal bruke, bør du begynne med standardinnstillingene og justere derfra innstillingene for den aktuelle øvelsen.

- Hvis du vil gjenopprette standardinnstillingene i EasyData mens CBR 2™ er koblet til kalkulatoren, velger du File > 1:New.
- Hvis du vil endre innstillingene, kan du følge fremgangsmåten som er beskrevet ovenfor.
- Velg Start (trykk **[ZOOM]**) for å begynne og samle inn data.

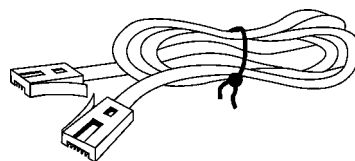
Bruke CBR 2™ med CBL 2™ eller med CBL 2™-programmer

Bruke CBR 2™ som en vanlig bevegelsessensor med CBL 2™

CBR 2™ kan brukes som en vanlig bevegelsessensor med Texas Instruments CBL™ system (Kalkulatorbasert laboratorium™).



Den spesielle kabelen som kreves for å koble sammen CBR 2™ og CBL 2™, følger med.



Du må ikke koble sammen CBR 2™ og CBL 2™ samtidig som CBR 2™ er koblet til en kalkulator. Kalkulatoren må være koblet til CBL 2™.

Du må kanskje endre CBL 2™ -programmet som angitt nedenfor. RANGER-programmet fungerer ikke med CBL 2™.

Samle inn bevegelsesdata ved å bruke CBR 2™ sammen med CBL 2™-systemet

- 1 Sett batterier inn i CBL 2™.
- 2 Koble CBL 2™ til en TI grafkalkulator med I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen.
- 3 Koble CBR 2™-sensoren inn i DIG/SONIC-porten på CBL 2™ med CBL-til-CBR-kabelen (selges separat).
- 4 Kjør DataMate fra Apps-menyen på en TI-83 Plus eller en kalkulator i TI-84 Plus-serien.
- 5 DataMate identifiserer automatisk CBL 2™-sensorene, laster inn kalibreringsfaktorene, og viser navnet på sensoren (bevegelse – Motion – i dette tilfellet), i tillegg til den aktuelle avstandsavlesningen i meter. Dessuten laster den inn et standardeksperiment for bevegelse som varer i 5 sekunder.



Bruke CBR 2™ med CBL 2™ eller med CBL 2™- programmer (forts.)

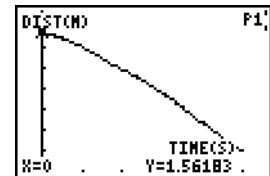
- ⑥ Start datainnsamling med standardeksperimentet.

Hold bevegelsessensoren i hånden og velg 2: START for å starte datainnsamlingen.

- ⑦ Gå mot en vegg mens du peker CBR 2™ mot veggen.

Når du er ferdig, vil grafen ligne på den som er vist til høyre her.

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



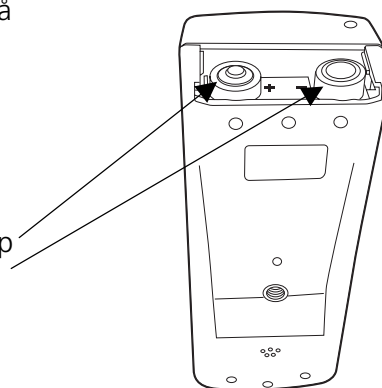
Batteritype

CBR 2™ er beregnet for bruk med 4 AA alkaliske batterier. CBR 2™ kan brukes uten batterier bare hvis den er koblet til en CBL 2™.

Installere batterier

Avslutt applikasjonen EasyData før du skifter batterier.

1. Hold CBR 2™ opp-ned, og bruk tommelen til å skyve batteridekselet mot bakre ende av CBR 2™.
2. Plasser batteriene i henhold til illustrasjonen inne i batterirommet.
3. To batterier skal ha positiv side opp på siden merket +. To batterier skal ha negativ side opp på siden merket -.
4. Skyv på plass dekselet. CBR 2™ er klar til å begynne datainnsamlingen.



CBR 2™-advarsler ved lite strøm

CBR 2™ har to mekanismer for å varsle deg om at batteriene har lite strøm:

- Applikasjonen EasyData viser en advarsel på kalkulatorskjermen under forsøk på å samle inn data.
- Den røde lampen blinker under innsamling av data.

Forsiktighetsregler for batterier


- DU MÅ IKKE bruke oppladbare batterier.
- Bytt alltid alle fire batterier samtidig. Ikke bland batterimerker. Ikke bland batterityper av samme merke.
- Installer batteriene etter illustrasjonene inne i batterirommet.
- Lever inn brukte batterier til mottak for farlig avfall med én gang. Oppbevar dem utilgjengelig for barn.
- Ikke varm opp, brenn eller stikk hull på batterier. Batterier inneholder farlige kjemikalier og kan eksplodere eller lekke.
- Ikke bland oppladbare batterier med batterier som ikke kan lades..
- Ikke plasser batterier som ikke kan lades, i en batterilader.


Hvis det oppstår problemer

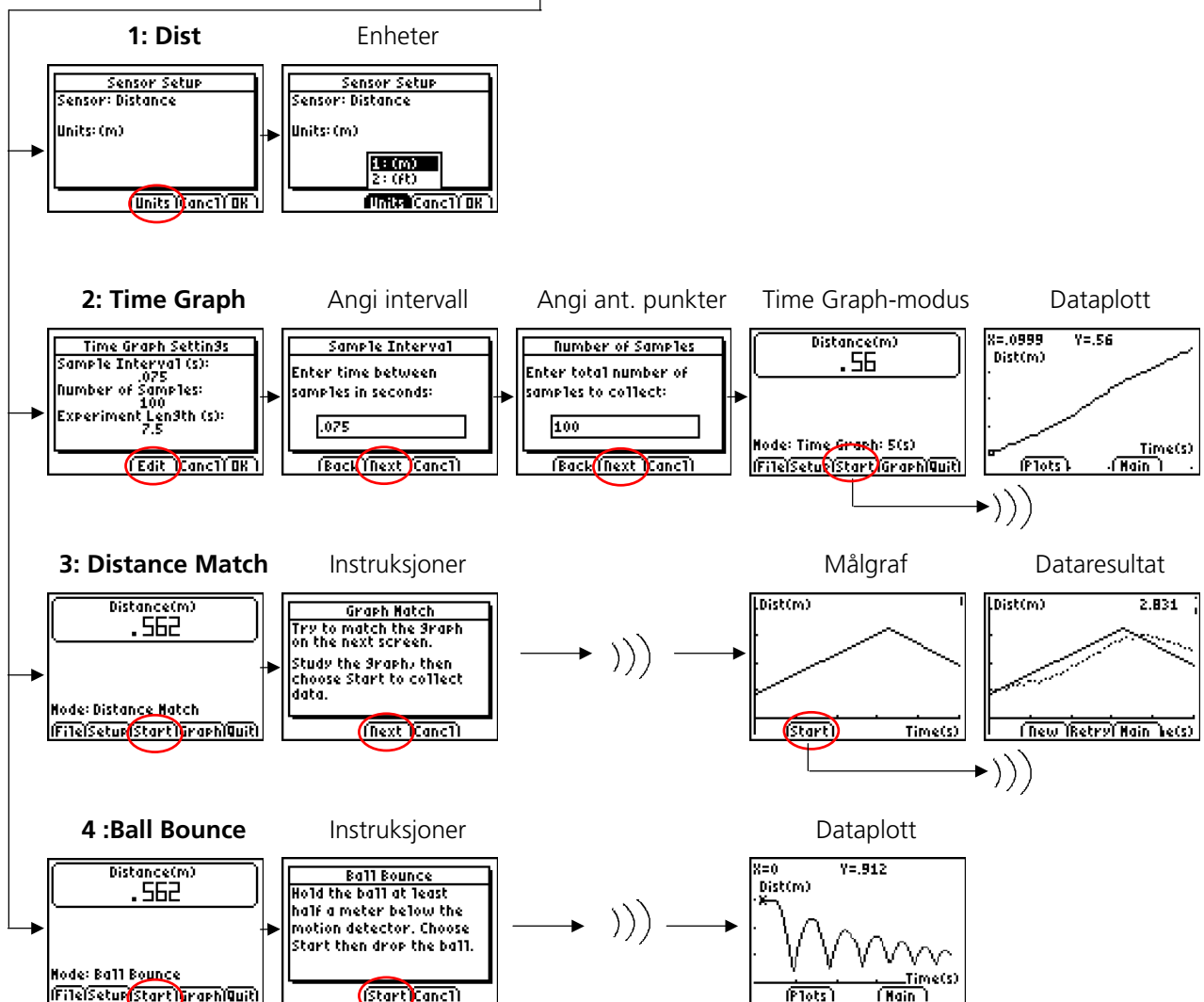
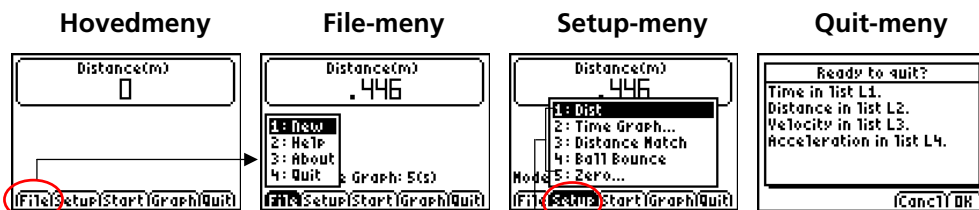
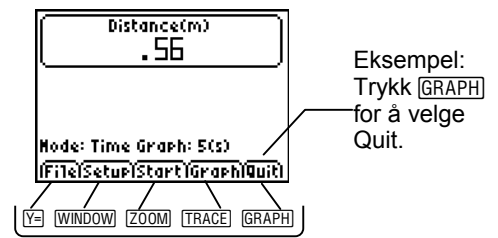
Hvis du har dette problemet:	Prøver du dette:
Problemer med innsamling av data	Se etter at kalkulatoren og CBR 2™ er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Sjekk strømmen i batteriene (se side 40).
CBR 2™ begynner å samle inn data på egen hånd	Hvis du plasserer CBR 2™ med TRIGGER -tasten ned, kan TRIGGER -tasten bli trykt inn og dermed aktivere datainnsamling. Trykk på TRIGGER på nytt for å stanse datainnsamlingen. Før du legger fra deg CBR 2™, må du gå riktig ut av applikasjonen EasyData (med Quit og eventuelle andre CBR 2™- eller CBL 2™-programmer).
CBR 2™ stopper ikke datainnsamlingen	Trykk på TRIGGER for å stoppe datainnsamlingen. Gjenta forsøket. Hvis problemet fortsetter, kan du ta ut ett batteri og sette det inn igjen. Merk: Når du tar ut et batteri, vil du miste alle dataene som er lagret i CBR 2™.
Kommunikasjonsfeil	Koble CBR 2™ til kalkulatoren med Standard-B til Mini-A USB-kabel (kalkulator-til-CBR 2™). Se etter at kalkulatoren og CBR 2™ er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Hvis du ikke vil (eller kan) koble CBR 2™ til kalkulatoren, avslutter du applikasjonen EasyData.
Ikke nok minne	Du må ha nok minne til applikasjonen EasyData og datalistene. EasyData trenger 5000 byte for å kjøres effektivt. Du må slette noe av det som er lagret i kalkulatorminnet. På TI-kalkulatoren trykker du på [2nd] [MEM] 2:Mem Mgmt./Del . Velg elementene du vil slette, og trykk på DEL for å slette de valgte elementene.
Kalkulatoren har ikke samme kommandoer som i beskrivelsene av øvelsene	Denne håndboken gjelder for alle TI-kalkulatorer som kan kjøre applikasjonen EasyData. Du vil kanskje oppleve at noen av menynavnene, skjermbildene eller tastene i denne håndboken ikke stemmer helt med dem på kalkulatoren din. Hvis du bruker Ranger, eller andre programmer, velger du det som ligner mest. Eksempel: Hvis instruksjonene sier "Velg Distance match", og du har en TI-83, velger du D1st match.
Dataen ser feil ut: <ul style="list-style-type: none"> ■ Punktene ligger ikke på kurven ■ ujevne grafer ■ flate grafer ■ brutte grafer 	Gjenta prøven, og pass på at CBR 2™ er rettet rett mot objektet. Les side 6–9 om hvordan du samler inn gode dataprøver. Kontroller at den <i>klare sonen</i> ikke inneholder elever, bord eller andre objekter. Når du bruker to CBR 2™-enheter samtidig i samme rom, bør én gruppe gjøre seg ferdig med datainnsamlingen før den neste begynner. Se etter at kalkulatoren og CBR 2™ er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Sjekk strømmen i batteriene (se side 40).
Jeg har mistet kalkulator-til-CBR 2™-kabelen	Du kan bruke I/O kalkulator-til-kalkulator-kabelen som ble levert sammen med kalkulatoren. (Med kalkulator-til-CBR 2™-kabelen kan applikasjonen EasyData startes automatisk. I tillegg gir den en mer pålitelig forbindelse, så det kan kanskje være lurt å bestille en ny kabel.)
Ofte lite strøm i batteriene	Før du legger bort CBR 2™, må du gå riktig ut av applikasjonen EasyData (med Quit og eventuelle andre CBR 2™- eller CBL-programmer og koble CBR 2™ fra kalkulatoren).

EasyData menykart

Hvert skjermbilde viser ett eller flere alternativer nederst på skjermen. Når du vil velge et alternativ, trykker du på graftasten under alternativet.

Når du skal navigere i menyene som angitt nedenfor, velger du menyalternativet som er angitt med .

 indikerer at data er i ferd med å bli lastet inn.



Informasjon om service og garanti på TI-produkter

Informasjon om service for TI-produkter

Nærmere informasjon om service for TI-produkter fås ved henvendelse til TI via elektronisk post eller ved å slå opp på hjemmeside for TI-kalkulatorer på Internett.

Elektronisk post: **ti-cares@ti.com**

Internettadresse: **education.ti.com**

Informasjon om service og garantibetingelser

Du kan lese mer om garantibetingelser, garantitid samt om produktservice på garantierklæringen som medfølger dette produkt. Du kan også henvende deg til din lokale forhandler/distributør for Texas Instruments.