

# ***KOMMA IGÅNG MED CBR 2™ AKUSTISK RÖRELSEDETEKTOR***

***INNEFATTAR***

***5 ÖVNINGAR***



---

## Viktigt

Texas Instruments och eventuella tredjepartsleverantörer lämnar inga uttryckliga eller underförstådda garantier för något program eller bok. Detta innefattar, men är inte begränsat till, underförstådda garantier om säljbarhet eller lämplighet för ett visst ändamål. Materialet tillhandahålles enbart på "som det är"-basis.

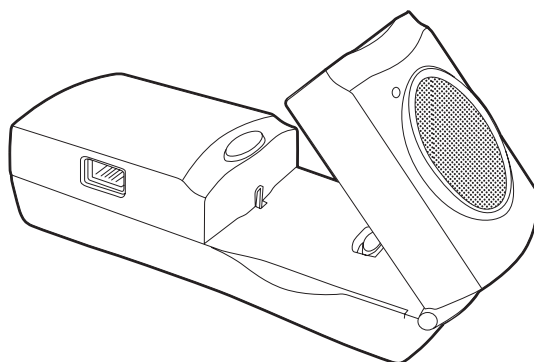
Under inga omständigheter skall Texas Instruments eller eventuella tredjepartsleverantörer kunna hållas ansvariga för speciella eller sekundära skador, skador på grund av olyckor eller följskador i anslutning till eller härrörande från inköp eller användning av detta material. Det enda betalningsansvaret som Texas Instruments påtar sig, oaktat handling, skall inte överstiga inköpspriset för denna utrustning. Dessutom skall inte Texas Instruments ha något betalningsansvar för några krav avseende användning av detta material från annan part.

© 2004 tillhörande Texas Instruments Incorporated.  
Med ensamrätt.

Tillstånd lämnas härmed till lärare att i klassrum, studiecirkel eller på seminarier skriva av eller fotostatkopiera de sidor i detta dokument som är märkta med ett copyrightmeddelande. Dessa sidor har utformats för att reproduceras av lärare för användning i skolklasser, studiecirkel och seminarier, under förutsättning att varje kopia som framställs uppvisar ovan nämnda copyrightmeddelande. Dessa kopior får inte säljas och all vidare spridning är strängt förbjuden. Med undantag för vad som angivits krävs Texas Instruments Incorporated i förhand givna skriftliga godkännande för att reproducera, överföra detta material eller delar av det i alla andra former eller via alla andra elektroniska eller mekaniska hjälpmedel, inklusive alla informationssystem för lagring eller insamlande, såvida inte detta uttryckligen tillåts i lokal copyright-lagstiftning. Förfrågningar ställs till Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services

Övning 1 (*Plotta din rörelse*) och Övning 3 (*En snabb åkning*) används med tillstånd från Vernier Software and Technology. Dessa aktiviteter har hämtats från *Middle School Science with Calculators* av Don Volz och Sandy Sapatka.

# Innehållsförteckning



---

## Inledning

Vad är CBR 2™?	2
Komma igång med CBR 2™ — Hur lätt som helst	4
Tips för effektiv mätvärdesinsamling	6

---

## Övningar med lärarnoteringar och arbetsblad

📱 Övning 1 — Plotta din rörelse	linjär	10
📱 Övning 2 — Matcha grafen	linjär	14
📱 Övning 3 — Kana snabbt	parabolisk	18
📱 Övning 4 — Studsande boll	parabolisk	24
📱 Övning 5 — Rullande boll	parabolisk	28
Lärarinformation		32

---

## Teknisk information

CBR 2™-värdena lagras i listor	36
EasyData-inställningar	37
Använda CBR 2™ med CBL 2™ eller med CBL 2™-program	38

---

## Service

Batterier	40
Om problem uppstår	41
EasyData menyöversikt	42
TI-service och garanti	43

---

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

akustisk rörelsedetektor

används tillsammans med TI-83 Plus, TI-83 Plus Silver Edition,  
TI-84 Plus, och TI-84 Plus Silver Edition

utför realistiska mätvärdesinsamlingar och analyser i klassrummet  
enkel att använda

### **Hur fungerar CBR 2™?**

Med CBR 2™ och en grafitande TI-räknare kan eleverna studera och analysera rörelsedata utan omständliga mätningar och manuell plottning.

CBR 2™ låter eleverna utforska matematiska och vetenskapliga samband mellan storheter som avstånd, hastighet, acceleration och tid med hjälp av värden som samlats in i övningar som de själva genomför. Eleverna kan studera följande matematiska och vetenskapliga begrepp:

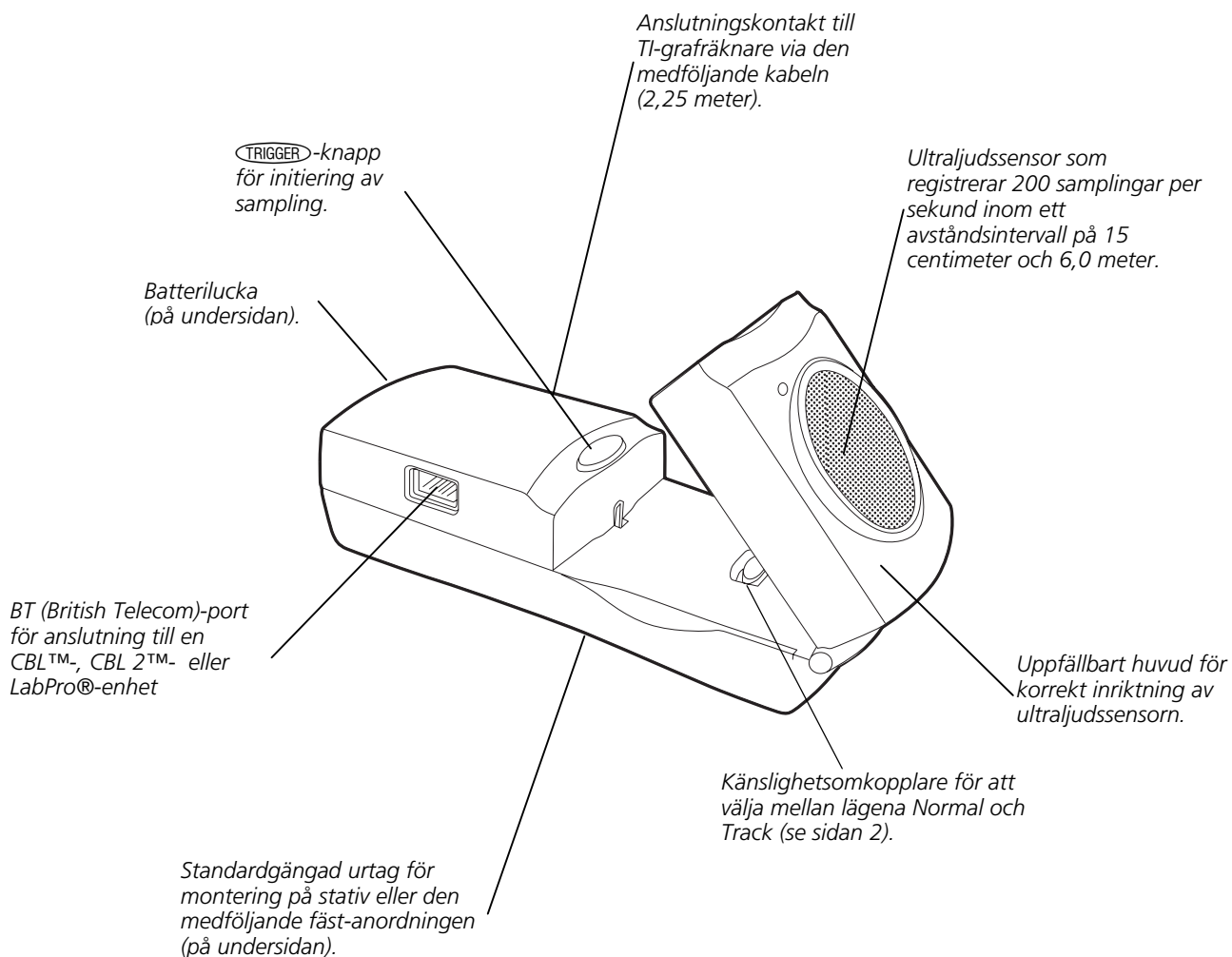
- Rörelse: *avstånd, hastighet, acceleration*
- Grafer: *koordinataxlar, lutningar, skärningspunkter*
- Funktioner: *linjära, kvadratiska, exponentiella, sinusformade*
- Beräkning: *derivator, integraler*
- Statistik och dataanalys: *metoder för mätvärdesinsamling, statistisk analys*
- Fysik: *rörelse, användning med lågfriktionsbanor, pendelanalys, position, hastighet, acceleration*
- Fysikvetenskap: *rörelseexperiment*

### **Vad innehåller den här handboken?**

*Komma igång med CBR 2™* har utformats för lärare som inte besitter en lång erfarenhet av räknare. Den inkluderar snabbinstruktioner för CBR 2™-användning, tips om effektiv mätvärdesinsamling och fem lektionsövningar som undersöker grundläggande funktioner för, och egenskaper hos rörelser. Övningarna (se sidorna 10-31) innefattar följande:

- Lärarhandledning för varje övning plus allmän lärarinformation.
- Instruktioner steg-för-steg.
- En lämplig grundläggande mätvärdesinsamlingsövning för varje nivå.
- Laborationer som mer noggrant utforskar mätvärdena inklusive olika antaganden.
- Förslag till avancerade övningar lämpade för matematikstuderande på B - E-nivå.
- Ett kopierbart arbetsblad med frågor lämpade för ett stort antal olika utbildningsnivåer.

## Vad är CBR 2™? (forts.)



CBR 2™ innehåller allt du behöver för att snabbt och enkelt påbörja övningarna — komplettera bara med grafitande TI-räknare (och viss materiel för vissa av övningarna).

- Rörelsedetektor
- 4 AA batterier
- I/O enhet-till-enhet-kabel
- 5 lektionsövningar
- Standard-B till Mini-A USB-kabel (enhet-till-CBR 2™)

# Komma igång med CBR 2™ — Hur lätt som helst

Med CBR 2™ är du bara två eller tre steg från den första mätvärdesinsamlingen!

## 1

### Ladda ned

Din grafräknare kan ha laddats med ett antal applikationer (programtillämpningar), inklusive applikationen EasyData. Tryck på **[APPS]** för att se vilka applikationer som installerats på din räknare. Om EasyData inte har installerats kan du hitta den senaste versionen av denna applikation på [education.ti.com](http://education.ti.com). Om det behövs laddar du ned applikationen EasyData nu.

## 2

### Anslut

Anslut CBR 2™ till din TI-grafräknare med Standard-B till Mini-A USB-kabeln (enhet-till-CBR 2™) eller I/O enhet-till-enhet-kabeln, och tryck in båda ändarna ordentligt för att se till att enheterna är ordentligt anslutna.

Sätt känslighetskopplaren i läget Normal för gång, bollkastning, pendel etc., eller i läget Track för användning med lågfriktionsbanor och vagnar.

Om enhet-till-CBR 2™-kabeln:

- Kan endast användas med applikationen EasyData.
- Möjliggör automatisk uppstart av applikationen EasyData vid anslutning av en CBR 2™ till en räknare inom TI-84 Plus-familjen.
- Ger en fysiskt mer stabil och säkrare anslutning än I/O enhet-till-enhetskabeln.
- Kan inte användas tillsammans med RANGER, DataMate eller andra liknande applikationer.

## 3

### Kör

Kör applikationen EasyData på den grafräknare som är ansluten till CBR 2™.

Gå vidare till steg 1 om du använder en räknare inom TI-83 Plus-familjen. För en TI-84 Plus som är ansluten med en enhet-till-CBR 2™-kabel utför du steg 1 och 4.

1. Sätt på räknaren och gå till grundfönstret.
2. Tryck på **[APPS]** för att visa listan med applikationer på din grafräknare.
3. Välj EasyData och tryck på **[ENTER]**.  
Startfönstret visas i ungefär 2–3 sekunder och sedan visas grundfönstret.
4. Välj Start (tryck på **[ZOOM]**) i grundfönstret för att börja samla in data.

Snabba resultat uppnås genom att genomföra någon av övningarna i den här handboken!

## **Viktig information**

- Den här handboken är tillämplig för alla grafitande TI-räknare som kan användas tillsammans med CBR 2™ (se sidan 2) vilket innebär att vissa menyalternativ inte exakt motsvarar de som finns på din räknare.
- När du förbereder övningarna ska du kontrollera att CBR 2™ är ordentligt fastsatt och att ingen kan snubbla över anslutningskabeln.
- Avsluta alltid applikationen EasyData med alternativet Quit. När du gör det utför applikationen EasyData en korrekt nedstängning av CBR 2™. Detta tillförsäkrar att CBR 2™ startar på rätt sätt nästa gång du använder den.
- Koppla alltid isär CBR 2™ från räknaren innan du lägger undan den för förvaring.
- EasyData startas automatiskt när enhet-till-CBR 2™-kabeln ansluts från någon av grafräknarna TI-84 Plus eller TI-84 Plus Silver Edition till en CBR 2™.

# Tips för effektiv mätvärdesinsamling

## Förbättra mätvärdesinsamlingen

### Hur fungerar CBR 2™?

Förståelse av hur en akustisk rörelsedetektor fungerar ger bättre förutsättningar för att erhålla bra grafer. Rörelsedetektorn sänder ut en ultraljudspuls och mäter sedan hur lång tid det tar för pulsen att återvända efter att ha studsat mot det närmast belägna föremålet.

På samma sätt som andra akustiska rörelsedetektorer mäter CBR 2™ tidsintervallet mellan utsändningen av ultraljudspulsen och det första returnerade ekot, men därutöver har CBR 2™ en inbyggd mikroprocessor som kan så mycket mer. När mätvärdena samlas in beräknar CBR 2™ avståndet till föremålet med hjälp av en ljudhastighetsberäkning. Därefter beräknas första och andra derivatan med avseende på tiden utifrån avståndsinformationen för att få värdena för hastigheten och accelerationen. Dessa mätvärden lagras sedan i listorna.

### Föremålens storlek

Ett litet föremål på långt avstånd från CBR 2™ minskar möjligheterna till en korrekt registrering. På 5 meter är det troligare att en fotboll registreras än en pingisboll.

### Minimiintervall

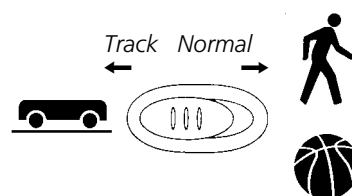
När CBR 2™ sänder ut en puls träffar den föremålet, studsar tillbaka och tas emot av CBR 2™. Om avståndet till ett föremål understiger 15 centimeter kan efterföljande pulser komma att överlappa varandra och därför bli misstolkade av CBR 2™, vilket i sin tur leder till att grafen blir felaktig. Placera därför CBR 2™ minst 15 centimeter från föremålet.

### Maximiintervall

Ju längre pulsen färdas genom luften desto svagare blir den. Vid cirka 12 meter (6 meter fram till föremålet och 6 meter tillbaka till CBR 2™) kan ekot bli för svagt för att tillförlitligt kunna registreras av CBR 2™. Detta begränsar det tillförlitliga mätavståndet mellan CBR 2™ och föremål till 6 meter eller mindre.

### Känslighetsomkopplare

Känslighetsomkopplaren har två lägen—Track och Normal. Läget Track är avsett för användning med lågfriktionsbanor och vagnar; läget Normal är avsett för andra aktiviteter, såsom gång, bollkastning, bollstudsning, pendlar etc.



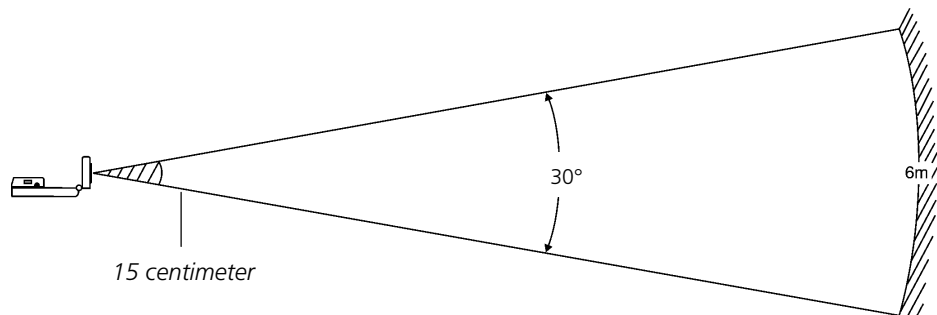
Om du får mycket brus i dina data kan det hända att omkopplaren är i läget Normal. Genom att ställa den i läget Track minskas känsligheten hos detektorn vilket kan ge bättre data.



### Fritt område

CBR 2™-strålen är inte en smal, pennformad stråle utan strålar ut i alla riktningar upp till 15° från mitten i en 30° konformad stråle.

För att undvika interferens med andra närliggande föremål ska du försöka iordningställa ett fritt område i CBR 2™-strålens väg. På detta sätt förhindras att något annat föremål än det önskade blir registrerat av CBR 2™. CBR 2™ registrerar det närmaste föremålet i det fria området.



### Reflekterande ytor

Vissa ytor reflekterar pulser bättre än andra. Exempelvis uppnås ett bättre resultat med en relativt hård boll med jämn yta än med en tennisboll. Mätningar gjorda i ett rum med många hårda reflekterande ytor kommer med större sannolikhet att uppvisa fler felaktiga strövärdet. Mätningar mot oregelbundna ytor (t ex en leksaksbil eller en gående elev som håller i en räknare) kan komma att få en ojämn återgivning.

En avstånd-tid-graf för ett icke rörligt föremål kan uppvisa små skillnader i de beräknade avståndsvärdena. Om något av dessa värden plottas som en annan pixel kan den förväntade raka linjen uppvisa enstaka taggar. Grafen hastighet-tid kan bli än mer hackig eftersom ändring i avstånd per tid, per definition, är hastighet.

## EasyData-inställningar

### Inställning av datainsamling för tidsgraf

Experimentlängden är den totala tiden i sekunder för all datainsamling. Den bestäms av antalet mätningar multiplicerat med mätningsintervallet.

Skriv in ett värde mellan 0,05 (för mycket snabba objekt) och 0,5 sekunder (för mycket långsamma objekt).

**Obs:** Se "Göra iordning räknaren för datainsamling" på sidan 12 för detaljerad information om hur du ändrar inställningar.

Menynamn	Beskrivning	Förvald inställning
Sample Interval	Mäter tid mellan mätningar i sekunder.	0,05
Number of Samples	Totalt antal mätningar att samla in.	100
Experiment Length	Experimentets längd i sekunder.	5

### Start och stopp

För att påbörja datainsamling trycker du på Start (tryck på **ZOOM**). Datainsamlingen slutar automatiskt när antalet mätningar på menyn Time Graph Settings har uppnåtts. CBR 2™ visar då en graf över insamlade data på grafräknaren.

För att avbryta mätvärdesinsamlingen innan den avbryts automatiskt trycker du på Stop (tryck på och håll ned **ZOOM**) när som helst under insamlingen. När mätvärdesinsamlingen är klar visas en graf över de data som samlats in.

### Störningar — vad det är och hur du blir av med dem

När CBR 2™ tar emot signaler som reflekterats från andra föremål än det primära föremålet kommer grafen att uppvisa felaktiga mätpunkter (störningstoppar) vilka inte överensstämmer med grafens övergripande form. Minska störningsrisken så här:

- Se till att CBR 2™ pekar direkt mot målet. Prova att justera sensorhuvudet medan du tittar på data live i räknarens fönster. Se till att de avläsningar du får är korrekta innan du påbörjar en övning eller ett experiment.
- Försök att utföra mätvärdesinsamlingen i ett utrymme som är så fritt från störande föremål som möjligt (se bilden i avsnittet *Fritt område*, sidan 7).
- Välj ett större eller mer reflekterande föremål, alternativt flytta föremålet närmare CBR 2™ (dock inte närmare än 15 centimeter).
- När du använder flera CBR 2™ i samma rum ska varje mätvärdesinsamling slutföras innan nästa påbörjas.
- Prova att flytta känslighetsomkopplaren till läget Track för att minska detektorns känslighet.

## ***Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts.)***

### **Ljudets hastighet**

Det ungefärliga avståndet till föremålet beräknas utifrån ljudets hastighet vid normaltillstånd. Ljudets faktiska hastighet varierar dock beroende på ett flertal faktorer, där den vanligaste är luftens temperatur.

CBR 2™ har en inbyggd temperaturmätare för att automatiskt kompensera för ändringar i ljudets hastighet på grund av den omgivande lufttemperaturen. Temperaturkonverteringen mellan 0° och 40° celsius, vid normalt tryck, är tämligen linjär med ca +0.6 meter/sekund per grad celsius. Ljudets hastighet ökar från ca 331 meter/sekund vid 0° celsius till ungefär 355 meter/sekund vid 40° celsius. Dessa hastigheter förutsätter en luftfuktighet på 35% (torr luft).

När applikationen EasyData används med CBR 2™, kommer denna temperaturkompensering att ske vid insamlingen av data. Sensorn är placerad under hålen på baksidan av CBR 2™. Vid insamling av data bör dessa hål därför inte täckas med något som har en annan temperatur än den omgivande luften.

### ***Använda CBR 2™ utan applikationen EasyData***

Du kan använda CBR 2™ som en ljudrörelsedetektor med CBL 2™ eller med andra program än EasyData.

Med hjälp av I/O enhet-till-enhetkabeln kan CBR 2™ användas med grafräknare som inte har applikationen EasyData installerad, som har applikationen CBL/CBR och/eller programmet RANGER. CBR 2™ ger samma funktionalitet som CBR™ när mätvärdesdata samlas in med applikationen CBL/CBR och/eller programmet RANGER.

Applikationen CBL/CBR kan användas på de flesta äldre TI-83 Plus-räknare. Applikationen CBL/CBR finns tillgänglig för nedladdning på [education.ti.com](http://education.ti.com) och gör det möjligt att samla in rörelsedata med I/O enhet-till-enhet-kabeln på CBR 2™.

Programmet RANGER, som är en del av applikationen CBL/CBR och finns tillgänglig för andra räknare, gör det möjligt att samla in data med I/O enhet-till-enhetkabeln. Många TI Explorations-arbetsböcker använder programmet RANGER.

Du kan även använda CBR 2™ som en rörelsesensor med din datainsamlingsenhet CBL 2™. Använd applikationen DataMate som levereras med CBL 2™ för att styra CBR 2™ via en CBL 2™. En speciell CBL-till-CBR-kabel krävs för att använda detta system. För mer information om denna kabel, se TI:s webbsida på [education.ti.com](http://education.ti.com).

## Koncept

Utforskad funktion: linjär

Denna aktivitet kräver applikationen EasyData.

## Material

- ✓ räknare (se sidan 2 för tillgängliga modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ enhet-till-CBR 2™ eller I/O enhet-till-enhetkabel
- ✓ Applikationen EasyData
- ✓ Maskeringstejp
- ✓ Meterstock

## Tips

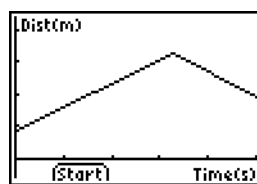
Detta experiment kan vara första gången som dina studenter använder rörelsedetektorn CBR 2™. Lite tips om dess användning kan spara mycket tid under de år som CBR 2™ används i en mängd olika experiment. Det följande är tips för en effektiv användning av CBR 2™:

- Vid användandet av CBR 2™ är det viktigt att veta om att ultraljudet sänds ut i en 30° vid kon. Allt inom konen kan orsaka en reflektion och en eventuell felaktig mätning. Ett vanligt problem vid användande av rörelsedetektorer är att man får oönskade reflektioner från bord och stolar i rummet.
- Ofta kan oönskade reflektioner tas bort genom att vinkla CBR 2™ något.
- Om du börjar med en hastighets- eller accelerationsmätning och får konstiga resultat, växla tillbaka till en avståndsgraf för att se om den verkar vettig. Om så inte är fallet kan det hända att CBR 2™ inte har en korrekt målsökning av målet.
- Enheten CBR 2™ kan inte korrekt känna av objekt närmare än 15 centimeter. Det maximala avståndet är 6 meter, men ströobjekt långt åt sidan i konen kan vara problematiska på detta avstånd.

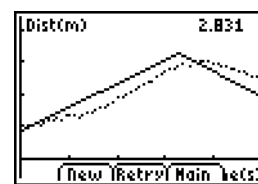
- Ibland ger ett föremål inte någon stark reflektion av ultraljudet. Om målpersonen exempelvis har på sig en tjock tröja kan den resulterande grafen bli felaktig.
- Om hastighets- och accelerationsgraferna är brusiga, prova att öka styrkan på den ultrasoniska reflektionen genom att öka målets yta.

Det kan ibland vara praktiskt att låta studenterna hålla en stor bok framför sig när de går framför CBR 2™. Detta skapar bättre grafer eftersom det jämnar ut rörelsen.

## Typiska grafer



Avstånd - tid



Matcha avstånd - tid

## Svar på frågor

9. Lutningen hos den del av grafen som motsvarar rörelse är större för det snabbare försöket.  
Resultaten kommer förmodligen att variera mellan grupper eftersom de går olika snabbt.  
Att gå emot rörelsedetektorn skapar en negativ lutning. Att gå ifrån rörelsedetektorn skapar en positiv lutning.
12. Observera att lutningen är nära noll (om den inte är noll) när man står still. Lutningen skall vara noll men räkna med små variationer på grund av variationer i insamlade data.

Grafer som skapats med en CBR 2™ kan användas för att studera rörelse. I detta experiment kommer du att använda en CBR 2™ för att göra grafer över din egen rörelse.

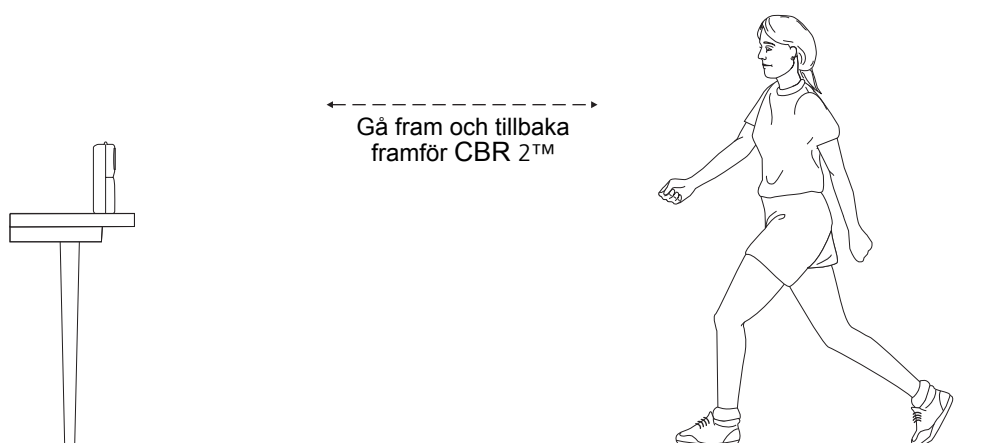
## Målsättning

I detta experiment kommer du att:

- Använda en rörelsedetektor för att mäta avstånd och rörelse
- Skapa grafer över din rörelse
- Analysera de grafer som du skapat

## Datainsamling: avstånd-tid-grafer

- 1 Placera en CBR 2™ på ett bord vänd mot ett område som är fritt från möbler och dylikt. CBR 2™ bör vara placerad på en höjd ca 15 centimeter ovanför din midja.

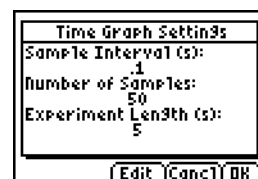
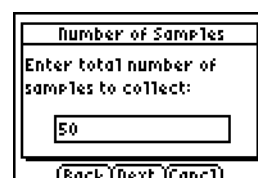
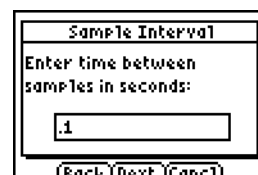


- 2 Använd korta remsor maskeringstejp på golvet för att markera avstånden 1 m, 2 m, 3 m och 4 m från CBR 2™.
- 3 Anslut CBR 2™ till räknaren med rätt typ av kabel (se nedan) och tryck in båda kabeländarna ordentligt.
  - Om du använder en TI-83 Plus, använder du en I/O enhet-till-enhetkabel.
  - För TI-84 Plus använder du en Standard-B to Mini-A USB-kabel (enhet-till-CBR 2™)
- 4 Tryck på **APPS** på räknaren och välj EasyData för att starta applikationen EasyData.

**Obs:** EasyData startar automatiskt om CBR 2™ är ansluten till en TI-84 Plus med en enhet-till-CBR 2™-kabel.

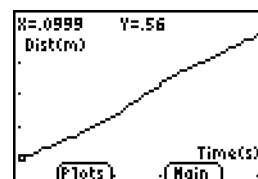
5 Göra iordning räknaren för datainsamling:

- Välj Setup (tryck på **WINDOW**) för att öppna menyn Setup.
- Tryck på 2 för att välja 2: Time Graph för att öppna fönstret Time Graph Settings.
- Välj Edit (tryck på **ZOOM**) för att öppna dialogfönstret Sample Interval.
- Skriv in 0,1 för att ange tiden mellan mätningar till 0,10 sekunder.
- Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att gå vidare till dialogfönstret Number of Samples.
- Skriv in 50 för att ange antalet mätningar som ska göras.  
Experimentets längd kommer att vara 5 sekunder (antalet mätningar multiplicerat med tiden mellan två mätningar).
- Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att visa en sammanställning över de nya inställningarna.
- Välj OK (tryck på **GRAPH**) för att återgå till grundfönstret.



6 Prova att göra avstånd-tid-grafer.

- Stå vid 1-metersmarkeringen, vänd bort från CBR 2™.
- Gör ett tecken till din medhjälpare att välja Start (tryck på **WINDOW**).
- Gå långsamt till 2,5-metersmärket och stanna.
- När datainsamlingen är klar visas en graf.



- e. Skissa din graf i det tomma diagrammet.
- f. Välj ut två punkter på grafen och bestäm lutningen utifrån x- och y-koordinaterna .

Punkt 1: \_\_\_\_\_ Punkt 2: \_\_\_\_\_  
Lutning: \_\_\_\_\_



- g. Välj Main (tryck på **TRACE**) för att återgå till grundfönstret.

- 7 Upprepa steg 6, men denna gång börjar du på 2,5-metersmärket och går till 1-metersmärket. Gör det en gång när du går långsamt och en gång när du går snabbare.

Punkt 1: \_\_\_\_\_ Punkt 2: \_\_\_\_\_  
Lutning: \_\_\_\_\_



- 8 Sätt in dina nya punkter i det tomma diagrammet.
- 9 Beskriv skillnaden mellan dina grafer (steg 6e och steg 8)

---

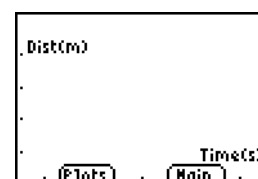


---



---

- 10 Upprepa steg 6 medan du står stilla på 2,5-metersmärket.
- 11 Skissa din nya graf i det tomma diagrammet.
- 12 Beräkna en ungefärlig lutning för alla dina grafer.



## Begrepp

Studerad funktion: linjär.

I denna övning presenteras begreppen avstånd och tid – eller närmare bestämt begreppet avstånd som en *funktion* av tid.

I laborationerna ombeds eleverna att omvandla sin gånghastighet från meter per sekund till kilometer per timme.

När eleverna behärskar att matcha avstånd-tid kan de utmanas att matcha hastighet-tid.

## Utrustning

- ✓ räknare (se sidan 2 för tillgängliga modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ enhet-till-CBR 2™ eller I/O enhet-till-enhetskabel
- ✓ Applikationen EasyData

En TI ViewScreen™ gör det lättare för eleverna att följa med i övningen – vilket naturligtvis ökar behållningen.

## Tips

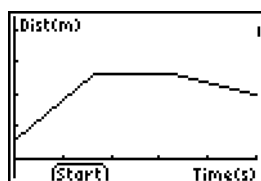
Det här är en övning som de flesta elever kommer att uppskatta. Se till att ha tillräckligt med tid eftersom alla kommer att vilja pröva.

Övningen fungerar bäst om den gående eleven (och resten av klassen) kan se sin rörelse projicerad på väggen eller en skärm med hjälp av TI ViewScreen™.

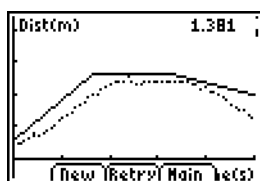
Se till att eleverna går i linje med CBR 2™. Ibland försöker eleverna gå i sidled (vinkelrätt mot CBR 2™) och även att hoppa framför den.

Se sidorna 6–9 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

## Typiska diagram



Avstånd - tid



Matcha avstånd - tid

## Typiska svar

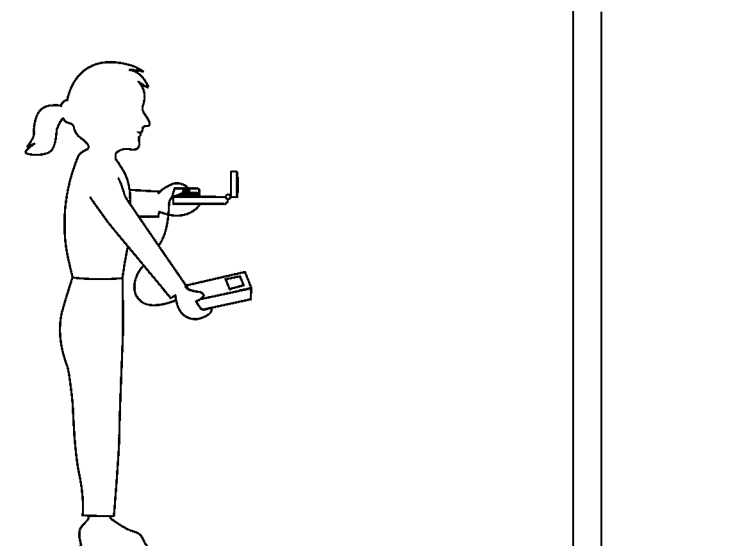
1. Tid (från starten av mätvärdesinsamlingen); sekunder; 1 sekund; avstånd (från CBR 2™ till föremålet); meter; 1 meter.
2. Skärningspunkten med y-axeln representerar startavståndet.
3. Varierar från elev till elev.
4. Bakåt (öka avståndet mellan CBR 2™ och föremålet).
5. Framåt (minska avståndet mellan CBR 2™ och föremålet).
6. Stå still; nollutning kräver ingen justering i y-led (avstånd).
7. Varierar från graf till graf;  $\Delta y/3,3$ .
8. Varierar från graf till graf;  $\Delta y/1$ .
9. Det segment som har den brantaste lutningen (positiv eller negativ).
10. Detta är en kuggfråga – det plana segmentet, eftersom personen inte rör sig alls!
11. Gånghastigheten; tidpunkten då riktningen och/eller hastigheten ska ändras.
12. Hastighet.
13. Varierar från graf till graf (exempel: 1,5 meter på 3 sekunder).
14. Varierar från graf till graf (exempel: 0,5 meter / 1 sekund).  
Exempel:  $(0,5 \text{ meter} / 1 \text{ sekund}) \times (60 \text{ sekunder} / 1 \text{ minut}) = 30 \text{ meter} / \text{minut}$ .  
Exempel:  $(30 \text{ meter} / 1 \text{ minut}) \times (60 \text{ minuter} / 1 \text{ timme}) = 1800 \text{ meter} / \text{timme}$ .  
Exempel:  $(1800 \text{ meter} / 1 \text{ timme}) \times (1 \text{ kilometer} / 1000 \text{ meter}) = 1,8 \text{ kilometer} / \text{timme}$ .  
Låt eleverna jämföra det sista värdet med hastigheten för ett fordon, t ex 96 kilometer / timme.
15. Varierar från graf till graf; summan av  $\Delta y$  för varje linjesegment.



## Mätvärdesinsamling

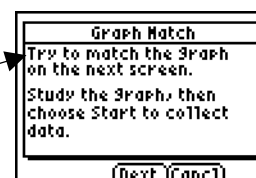
- 1 Håll CBR 2™ i en hand och räknaren i den andra. Rikta sensorn rakt mot en vägg.

**Tips:** Maximiavståndet för en graf är 6 meter från CBR 2™. Minimiavståndet är 15 centimeter. Kontrollera att ingenting störande finns i *det fria området* (se sidan 7).



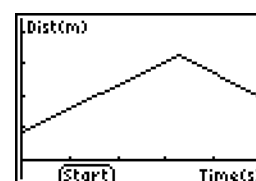
- 2 Kör applikationen EasyData.
- 3 Från menyn Setup väljer du 3:Distance Match.
- 4 Välj Start (tryck på **ZOOM**) och följ instruktionerna på skärmen.

Försök att matcha grafen på nästa skärm.



- 5 Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att visa grafen som ska matchas. Ta en stund och betrakta grafen. **Besvara frågorna 1 och 2 på arbetsbladet.**

**Obs:** Grafen som ska matchas kommer att vara olika varje gång steg 4 och 5 upprepas.



- ⑥ Placera dig själv där du tror att grafen börjar. Välj Start (tryck på **W**) för att starta datainsamlingen. Du hör klickande ljud och ser ett grönt ljus när datainsamlingen börjar.
- ⑦ Gå bakåt och framåt och försök att matcha grafen. Din position plottas i grafönstret.
- ⑧ När insamlingen är klar kontrollerar du hur väl dina rörelser överensstämmer med grafen. *Besvara sedan fråga 3.*
- ⑨ Välj Retry (tryck på **Z**) för att visa samma graf att matcha igen. Försök att förbättra din rörelseteknik och *besvara sedan frågorna 4, 5 och 6.*

### Laborationer

I Distance Match består alla grafer av tre raklinjesegment.

- ① Välj New (tryck på **W**) för att visa en ny graf att matcha. Studera det första segmentet och *besvara sedan frågorna 7 och 8.*
- ② Studera hela grafen och *besvara frågorna 9 och 10.*
- ③ Placera dig själv där du tror att grafen börjar, påbörja mätvärdesinsamlingen genom att trycka på Start, och försök att matcha grafen.
- ④ När mätvärdesinsamlingen är klar *besvarar du frågorna 11 och 12.*
- ⑤ Välj New (tryck på **W**) för att visa en annan ny graf att matcha.
- ⑥ Studera grafen och *besvara frågorna 13, 14 och 15.*
- ⑦ Välj New (tryck på **W**) och upprepa aktiviteten, om så önskas, eller välj Main (tryck på **T**) för att återgå till grundönstret.
- ⑧ Välj Quit (tryck på **G**) och OK (tryck på **G**) för att lämna applikationen EasyData.

## Övning 2—Matcha grafen

Namn \_\_\_\_\_

### Mätvärdesinsamling

1. Vilken fysikalisk storhet representeras på x-axeln? \_\_\_\_\_  
Vilken enhet används? \_\_\_\_\_ Hur mycket är en markering? \_\_\_\_\_  
Vilken fysikalisk storhet representeras på y-axeln? \_\_\_\_\_  
Vilken enhet används? \_\_\_\_\_ Hur mycket är en markering? \_\_\_\_\_
2. På vilket avstånd från CBR 2™ ska du stå när du börjar? \_\_\_\_\_
3. Började du för nära, långt bort eller precis rätt? \_\_\_\_\_
4. Ska du gå framåt eller bakåt när ett segment lutar uppåt? \_\_\_\_\_  
Varför? \_\_\_\_\_
5. Ska du gå framåt eller bakåt när ett segment lutar nedåt? \_\_\_\_\_  
Varför? \_\_\_\_\_
6. Vad ska du göra när ett segment är horisontellt? \_\_\_\_\_  
Varför? \_\_\_\_\_

### Laborationer

7. Om du tar ett steg per sekund hur långt ska steget då vara? \_\_\_\_\_
8. Om du istället tar steg som är 1 meter långa, hur många steg måste du då ta? \_\_\_\_\_
9. För vilket segment måste du röra dig snabbast? \_\_\_\_\_  
Varför? \_\_\_\_\_
10. För vilket segment måste du röra dig långsammast? \_\_\_\_\_  
Varför? \_\_\_\_\_
11. Utöver att avgöra om du ska gå framåt eller bakåt, vilka andra faktorer påverkar den exakta matchningen av grafen? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. Vilken fysikalisk storhet representeras av linjesegmentets grad av lutning? \_\_\_\_\_
13. Hur många meter på hur många sekunder måste du gå för det första linjesegmentet? \_\_\_\_\_
14. Räkna om värdet i fråga 13 (hastigheten) till meter/1 sekund: \_\_\_\_\_  
Räkna om till meter/minut: \_\_\_\_\_  
Räkna om till meter/timme: \_\_\_\_\_  
Räkna om till kilometer/timme: \_\_\_\_\_
15. Hur långt gick du egentligen? \_\_\_\_\_

## Koncept

Utforskad funktion: parabolisk

Rörelsen när man glider ned för en rutschkana i en lekpark används för att illustrera konceptet med ändrade hastigheter på grund av friktion.

## Material

- ✓ räknare (se sidan 2 för tillgängliga modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ enhet-till-CBR 2™ eller I/O enhet-till-enhetkabel
- ✓ Applikationen EasyData
- ✓ Rutschkana

## Tips

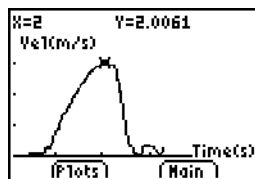
Det är praktiskt om man kan använda en lekpark med flera rutschkanor för detta experiment. Rutschkanorna måste vara raka. Rutschkanor med andra former kan användas i en senare del. Påminn dina studenter om att inte springa om varandra när de står på rutschkanans stege, detta av säkerhetsskäl.

Det kan vara praktiskt att ta med räknare och rörelsedetektorer till lekplatsen i en låda, eller i flera lådor, och sedan dela ut utrustningen till eleverna på platsen. Påminn dina elever om att rörelsedetektorn inte känner av objekt korrekt på ett avstånd kortare än 15 cm.

Beroende på typen av rutschkanor kan det hända att du vill ändra det sätt på vilket eleverna placerar sig själva för datainsamling. Vissa rutschkanor har stora plattformar där eleven med rörelsedetektorn och studenten med räknaren kan sitta.

Eleverna kan använda vaxpapper, hala kläder, sand och andra material för att öka sin hastighet. För att se till att dina elever är beredda, kan du förbereda dem på Del II redan i förväg.

## Typiska plottningar



Kana snabbt

## Typiska svar

1. Se Mättningsresultat.
2. I mättningsresultaten var hastigheten i Del II 0.90 m/s större än hastigheten i Del I. Vaxpapper hade använts för att minska friktionen och öka hastigheten.
3. Svaren kommer att variera. Hastigheter kommer att skilja sig åt beroende på skillnader i kontaktyta, vikt, strömlinjeformning och användandet av material med låg friktion.
4. Svaren kommer att variera.
5. Att öka höjden på rutschkanan bör öka hastigheten.
6. Stenen som släpps från toppen av rutschkanan bör komma till marken tidigare, eftersom lutningen och friktionen hos den rullande stenen saktar ned hastigheten.
7. Den plana delen i slutet av rutschkanan saktar ned glidande objekt och förhindrar skador.

## Tillägg

Utforma och testa en plan för att mäta hastigheten på en annan typ av lekplatsobjekt.

Gör en tävling för att se vem i klassen eller gruppen som kan åka ned snabbast för rutschkanan.

## Mättningsresultat

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

Du har varit bekant med lekplatser och rutschkanor sedan du var ett litet barn. Gravitationens kraft drar dig ned för rutschkanan. Friktionens kraft bromsar dig. I den första delen av denna övning kommer du att använda en CBR 2™ för att bestämma din fart eller hastighet när du åker ned för en rutschkana. I den andra delen kommer du att experimentera med olika sätt att öka din hastighet när du åker nedför rutschkanan.

## Målsättning

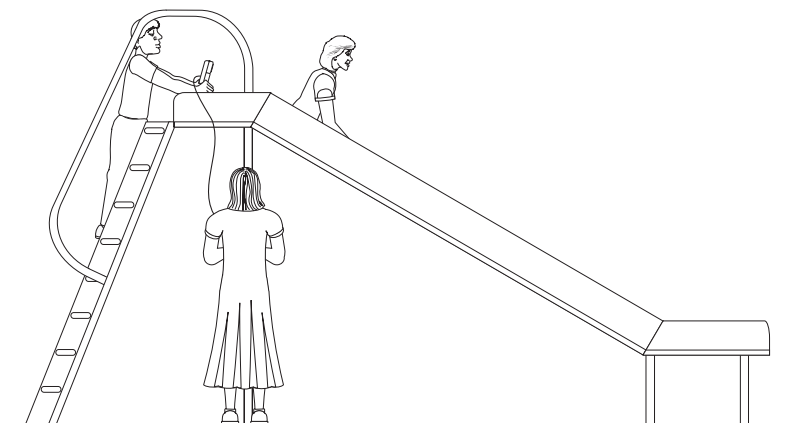
I detta experiment kommer du att:

- Använda en CBR 2™ för att bestämma din hastighet när du åker nedför en rutschkana
- Experimentera med olika sätt att öka din hastighet när du åker nedför rutschkanan
- Förklara dina resultat

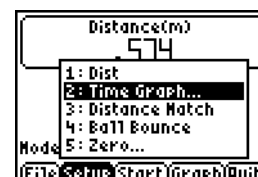
## Datainsamling, Del I, glidhastighet

- ➊ Anslut CBR 2™ till räknaren med rätt typ av kabel (se nedan) och tryck in båda kabelns ändar ordentligt.
  - Om du använder en TI-83 Plus, använder du en I/O enhet-till-enhetkabel
  - Om du har en TI-84 Plus, använder du en Standard-B to Mini-A USB-kabel (enhet-till-CBR 2™)
- ➋ Tryck på **[APPS]** på räknaren och välj EasyData för att starta applikationen EasyData.

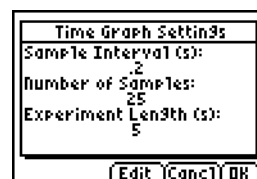
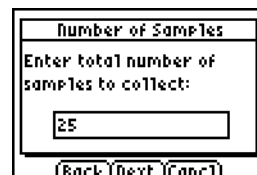
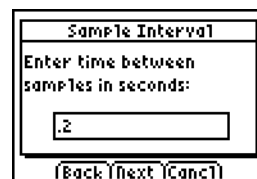
**Obs:** EasyData startar automatiskt om CBR 2™ är ansluten till en TI-84 Plus med en enhet-till-CBR 2™-kabel.



- ➌ Så här ställer du in räknaren för datainsamling:
  - a. Välj Setup (tryck på **[WINDOW]**) för att öppna menyn Setup.
  - b. Tryck på 2 för att välja 2: Time Graph för att öppna fönstret Time Graph Settings.



- c. Välj Edit (tryck på **ZOOM**) för att öppna dialogfönstret Sample Interval.
- d. Skriv in 0,2 för att ange tiden i sekunder mellan mätningarna.
- e. Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att gå vidare till dialogfönstret Number of Samples.
- f. Skriv in 25 för att ange antalet mätningar. Datainsamlingen varar i 5 sekunder.
- g. Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att visa en sammanställning av de nya inställningarna.
- h. Välj OK (tryck på **GRAPH**) för att återgå till grundfönstret.



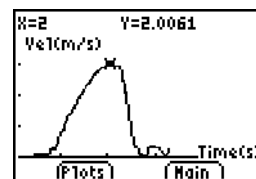
- 4 Inå era preliminära datainsamlingspositioner.
  - a. En medlem av gruppen ska först gå upp för stegen och sitta överst på rutschkanan.
  - b. En andra person ska hålla CBR 2™ och samtidigt gå tillräckligt högt upp på rutschkanans steg för att hålla CBR 2™ bakom den person som ska åka ner.
  - c. Den tredje personen ska stå på marken bredvid rutschkanan och hålla miniräknaren och gränssnittet.
- 5 Inå era slutliga datainsamlingspositioner.
  - a. Den som ska åka ska hålla i sig och flytta sig framåt tillräckligt för att tillåta ett 15 cm avstånd mellan hans eller hennes rygg och CBR 2™.
  - b. Personen som håller CBR 2™ ska hålla CBR 2™ stadigt och rikta den mot ryggen på den som åker rutschkanan.
  - c. Personen som håller miniräknaren och gränssnittet ska flytta sig till en bekväm position så att man inte drar i CBR 2™-kabeln.
- 6 Samla in data.
  - a. Välj Start (tryck på **ZOOM**) för att påbörja datainsamlingen.
  - b. Rutschkanååkaren ska börja åka så snart ett klickande ljud hörs.
  - c. När datainsamlingen är klar för åket ska personen med CBR 2™ komma ner till marken.

**Varning:** Inga elever bör försöka att passera varandra på stegen.

7 Bestäm åkarens hastighet.

a. Efter att datainsamlingen är klar och en graf med avstånd - tid visas väljer du Plots (tryck på **WINDOW**).

b. Tryck på 2 för att välja 2: Vel vs Time för att visa hastighet - tid.



c. Använd **▸** för att undersöka datapunkter längs grafen. När du flyttar markören till vänster och höger kommer tids- (X) och hastighetsvärdena (Y) för varje punkt att visas ovanför grafen. Den högsta punkten på kurvan svarar mot åkarens högsta hastighet. Spara denna högsta hastighet i datatabellen. Runda av till närmaste 0,01 m/s. (I exemplet till höger är den högsta hastigheten 2,00 m/s.)

d. Välj Main (tryck på **TRACE**) för att återgå till grundfönstret.

8 Upprepa steg 4–7 två gånger till.

# Övning 3—Kana snabbt

Namn \_\_\_\_\_

## Datainsamling, Del 2, Kana snabbare

1. Utforma en plan för att öka åkarens hastighet.
  - a. Prova några idéer för att öka åkarens hastighet. Du får inte täcka rutschbanan med något som måste tvättas av.
  - b. Bestäm hur åkarens hastighet bäst skall ökas.
  - c. Beskriv planen i avsnittet Plan för snabbare åkning nedan.
2. Testa din plan med hjälp av del 1, steg 4–8.

## Plan för snabbare åkning

### Data

	Hastighet (m/s)			
	Försök 1	Försök 2	Försök 3	Medel
Del 1				
Del 2				

### Databehandling

1. Beräkna medelhastigheten för dina tre försök i del 1. Skriv in medeltalet i den ruta som finns i datatabellen. Beräkna och spara medelhastigheten för del 2.
2. Subtrahera medelhastigheten för del 1 från medelhastigheten för del 2 för att bestämma hur mycket ditt lag förbättrade hastigheten.
3. Vilka metoder använde andra grupper för att förbättra hastigheten?



### **Övning 3—Kana snabbt (forts.)**

4. Vilken av metoderna fungerade bäst? Förklara varför den fungerade bäst.
  
5. Om du skulle öka rutschkanans höjd, hur skulle detta påverka hastigheten hos åkaren?
  
6. Om en sten släpptes från toppen av rutschkanan samtidigt som en annan sten rullades nedför rutschkanan, vilken av stenarna skulle nå marken först? Förklara!
  
7. Vad är vitsen med utplaningsdelen som finns längst ned på de flesta rutschkanor?

## Begrepp

Studerad funktion: parabolisk.

Begreppen fritt fall, studsande föremål, gravitation och konstant acceleration är exempel på paraboliska funktioner. Den här övningen studerar värdena för höjd, tid och koefficienten  $A$  i andragradsekvationen  $Y = A(X - H)^2 + K$ , som beskriver egenskaperna hos en studsande boll.

## Utrustning

- ✓ räknare (se sidan 2 för tillgängliga modeller)
- ✓ CBR 2™
- ✓ enhet-till-CBR 2™ eller I/O enhet-till-enhetkabel
- ✓ stor boll (20 cm)
- ✓ TI ViewScreen™ (valfritt)

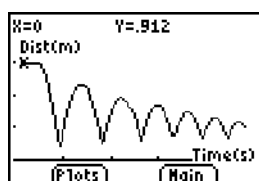
## Tips

Denna övning görs bäst med två studenter, en som håller i bollen och en som väljer Start på räknaren.

Se sidorna 6–9 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Grafen ska se ut som en studsande boll. Om den inte gör det upprepas mätvärdesinsamlingen med CBR 2™ noga inriktad mot bollen. En stor boll rekommenderas.

## Typiska diagram



## Laborationer

Efter att ett föremål frigörs påverkas det endast av gravitationen (oaktat luftmotståndet).  $A$  utgör alltså tyngdaccelerationen,  $-9,8$  meter/sekund<sup>2</sup>. Minustecknet anger att accelerationen är nedåtriktad.

Värdet för  $A$  är ungefär hälften av tyngdaccelerationen, eller  $-4,9$  meter/sekund<sup>2</sup>.

## Typiska svar

1. Tid (från starten av mätvärdesinsamlingen); sekunder; höjd / avståndet mellan bollen och golvet; meter.
2. Bollens initialhöjd ovanför golvet (topparna representerar maximihöjden för varje studs);  $y = 0$  representerar golvet.

3. Grafen avstånd–tid för den här övningen representerar inte avståndet mellan CBR 2™ och bollen. Ball Bounce skiftar avståndsvärdena så att grafen stämmer bättre överens med elevernas intryck av bollens rörelse.  $y = 0$  i grafen är i själva verket den punkt där bollen befinner sig längst bort från CBR 2™, dvs när bollen träffar golvet.
4. Eleverna ska inse att x-axeln representerar tid, och inte horisontellt avstånd.
7. Grafen för  $A = 1$  är både inverterad och bredare än den ursprungliga grafen.
8.  $A < -1$ .
9. En parabel som är konkav uppåt; en parabel som är konkav nedåt; en linjär funktion.
12. Identisk; matematiskt representerar koefficienten  $A$  parabelns krökning; fysikaliskt är  $A$  beroende av tyngdaccelerationen, vilken förblir konstant under alla studsar.

## Avancerade laborationer

Bollens studshöjd (maximihöjden för en given studs) kan härledas ur:

$$y = hp^x, \text{ där}$$

- $y$  är studshöjden
- $h$  är höjden från vilken bollen frigörs
- $p$  är en konstant som beror på bollens och golvytans fysikaliska egenskaper
- $x$  är antalet studsar.

För en specifik boll och begynnelsehöjd minskar studshöjden exponentiellt för varje studs. När  $x = 0$ ,  $y = h$ , så representerar skärningspunkten med y-axeln begynnelsehöjden.

Ambitiösa elever kan räkna ut koefficienterna i ovanstående ekvation utifrån de insamlade mätvärdena. Upprepa övningen med olika initialhöjder eller med olika bollar eller golvytor.

Efter att manuellt ha passerat in kurvan kan eleverna använda regressionsanalys för att hitta den funktion som bäst överensstämmer med mätvärdena. Välj sedan Quit från Main screen. Följ räknarens anvisningar för att utföra en kvadratisk regression för listorna L1 och L2.

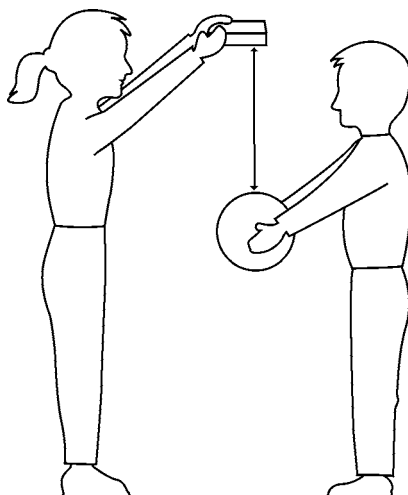
## Fördjupning

Integrera arean under grafen hastighet–tid för att erhålla förflyttningen (färdad sträcka) under ett valfritt tidsintervall. Observera att avvikelsen är noll för en fullständig studs (bollen börjar och slutar på golvet).

## Mätvärdesinsamling

- 1 Börja med en teststuds. Släpp bollen (kasta den inte).

**Tips:** Placera CBR 2™ minst 0,5 meter ovanför höjden för den högsta studsens. Håll sensorn rakt ovanför bollen och se till att ingenting störande finns i *det fria området* (se sidan 7).



- 2 Kör applikationen EasyData
- 3 Från menyn Setup väljer du 4:Studsande boll, och väljer sedan Start (tryck på **ZOOM**).  
Allmänna instruktioner visas. Studsande boll tar automatiskt hand om inställningarna.
- 4 Låt en person hålla räknaren CBR 2™, medan en annan person håller bollen under detektorn.
- 5 Välj Start (tryck på **ZOOM**). När CBR 2™ börjar klicka släpper du bollen och tar sedan ett steg tillbaka. (Om bollen studsar i sidled flyttar du dig för att bibehålla CBR 2™ rakt ovanför bollen, men var noga med att **inte** ändra höjden på CBR 2™.)
- 6 När klickandet slutar överförs insamlade data till räknaren och en graf med avstånd - tid visas.
- 7 Om grafen inte ser bra ut väljer du Main, Start, Start för att upprepa datainsamlingen. Studera grafen. **Besvara frågorna 1 och 2 på arbetsbladet.**
- 8 Observera att Ball Bounce automatiskt har skiftat avståndsvärdena. **Besvara frågorna 3 och 4.**

## Laborationer

Studsens graf för avstånd–tid bildar en parabel.

- ② Grafen är i läge TRACE. Tryck på  $\blacktriangleright$  för att bestämma vertex för den första bra studsens—en fin form utan en massa extra brus. **Besvara fråga 5** på arbetsbladet.
- ② Välj Main för att återgå till grundfönstret. Välj Quit och välj sedan OK för att avsluta EasyData.

- ③ Formen av kurvans övre del för andragradsekvationen,  $Y = A(X - H)^2 + K$ , är lämplig för denna analys. Tryck  $\boxed{Y=}$ . Stäng av alla valda funktioner i Y= editorn. Ange andragradsekvationen:  $Yn=A*(X-H)^2+K$ .

```

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

**Obs:** Om du har applikationen Transformation Graphing installerad på din räknare, uppnås detta mycket enklare genom att ändra koefficientvärden på grafskärmen.

- ④ Från grundfönstret anger och lagrar du höjdvärdet som registrerades i fråga 5 i variabel  $K$ , lagra sedan motsvarande tidsvärde i variabel  $H$  och lagra till sist värdet 1 i variabel  $A$ .

Till exempel: Tryck 4  $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$   $\boxed{\text{ALPHA}}$   $K$   $\boxed{\text{ENTER}}$ , 2.5  $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$   $\boxed{\text{ALPHA}}$   $H$   $\boxed{\text{ENTER}}$ , 1  $\boxed{\text{STO}\blacktriangleright}$   $\boxed{\text{ALPHA}}$   $A$   $\boxed{\text{ENTER}}$  för att ställa in  $K=4$ ,  $H=2.5$ , och  $A=1$ .

- ⑤ Tryck  $\boxed{\text{GRAPH}}$  för att ta fram grafen. **Besvara frågorna 6 och 7.**
- ⑥ Försök med  $A = 2, 0, -1$ . **Fyll i den första delen av tabellen i fråga 8 och besvara sedan fråga 9.**
- ⑦ Välj dina egna värden för  $A$  tills du får en god överensstämmelse av grafen. **Registrera dina värden för  $A$  i tabellen i fråga 8.**
- ⑧ Upprepa övningen, men välj nu den sista (längst till höger) fullständiga studsens. **Besvara frågorna 10, 11 och 12.**

## Avancerade laborationer

- ① Upprepa mätvärdesinsamlingen men välj inte en enstaka parabel.
- ② Registrera tiden och höjden för varje efterföljande studs.
- ③ Bestäm förhållandet mellan studsarnas olika höjder.
- ④ Förklara innebörden, om det finns någon, av detta förhållande.

# Övning 4—Studsande boll

Namn \_\_\_\_\_

## Mätvärdesinsamling

1. Vilken fysikalisk storhet representeras på x-axeln? \_\_\_\_\_  
Vilken enhet används? \_\_\_\_\_  
Vilken fysikalisk storhet representeras på y-axeln? \_\_\_\_\_  
Vilken enhet används? \_\_\_\_\_
2. Vad representerar grafens högsta punkt? \_\_\_\_\_  
Vad representerar grafens lägsta punkt? \_\_\_\_\_
3. Varför skiftas grafen av applikationen Ball Bounce? \_\_\_\_\_
4. Varför ser grafen ut som om bollen studsar utmed golvet? \_\_\_\_\_

## Laborationer

5. Registrera maximihöjden och motsvarande tidsvärde för den första studsens. \_\_\_\_\_
6. Matchade grafen för  $A = 1$  din dataplottnings från den första fullständiga studsens? \_\_\_\_\_
7. Varför eller varför inte? \_\_\_\_\_
8. Fyll i nedanstående tabell.

A	Hur väl överensstämmer grafen med $Y_n$ -grafens?
1	
2	
0	
-1	

9. Vad innebär ett positivt värde för  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Vad innebär ett negativt värde för  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Vad innebär ett nollvärde för  $A$ ? \_\_\_\_\_
10. Registrera maximihöjden och motsvarande tidsvärde för den sista fullständiga studsens. \_\_\_\_\_
11. Tror du att  $A$  kommer att vara större eller mindre i den sista studsens? \_\_\_\_\_
12. Hur väl överensstämde  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Vad tror du att  $A$  representerar? \_\_\_\_\_

## Begrepp

Studerad funktion: parabolisk.

Att plotta avståndet till en boll som rullar nedför en ramp med varierande lutning resulterar i ett antal olika kurvor, som i sin tur kan uttryckas med ett antal olika andragradsekvationer. Den här övningen studerar koefficientvärdena i andragradsekvationen  $y = ax^2 + bx + c$ .

## Utrustning

- ✓ räknare (se sidan 2 för tillgängliga lägen)
- ✓ CBR 2™
- ✓ enhet-till-CBR 2™ eller I/O enhet-till-enhetkabel
- ✓ Applikationen EasyData
- ✓ stor boll (20 cm)
- ✓ lång ramp (minst 2 meter — en lätt bräda fungerar utmärkt)
- ✓ gradskiva (för att mäta vinklar)
- ✓ böcker för att stötta rampen
- ✓ TI ViewScreen™ (valfritt)

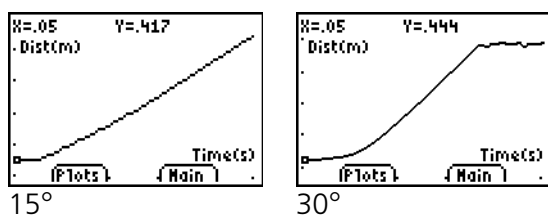
## Tips

Diskutera hur rampens vinkel kan mätas. Låt eleverna vara kreativa i att mäta startvinkeln. De kan exempelvis använda trigonometriska beräkningar eller ett vikt papper.

För brantare vinklare (större än 60°) kan det vara praktiskt att använda en CBR 2™-klämma (säljs separat).

Se sidorna 6–9 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

## Typiska diagram



## Typiska svar

1. Det tredje diagrammet.

2. Tid; sekunder; föremålets avstånd från CBR 2™; meter.
3. Varierar (ska vara en halv parabel som är konkav uppåt).
4. En parabel (andragradsfunktion).
5. Varierar.
6. Varierar (ska vara en parabel med tilltagande kurvatur).
7. För 0° ska grafen vara linjär och plan (bollen kan inte rulla); för 90° är grafen densamma som för en fritt fallande boll.

## Laborationer

Rörelsen hos en kropp som endast påverkas av gravitationen är ett populärt ämne i fysikaliska undersökningar. En sådan rörelse kan uttryckas som ett specialfall av en andragradsekvation:  $s = \frac{1}{2}at^2 + v_i t + s_i$  där

- $s$  är ett föremåls position vid tiden  $t$
- $a$  är dess acceleration
- $v_i$  är dess begynnelsehastighet
- $s_i$  är dess startposition.

I andragradsekvationen  $y = ax^2 + bx + c$ , representerar  $y$  avståndet mellan CBR 2™ och bollen vid tiden  $x$  om bollens startposition var  $c$ , begynnelsehastighet var  $b$  och accelerationen är  $2a$ .

## Avancerade laborationer:

Eftersom bollen befinner sig i vila när den släpps ska  $b$  närma sig noll för varje försök.  $c$  ska närma sig initialavståndet, 0,5 meter.  $a$  ökar vartefter lutningsvinkeln ökar.

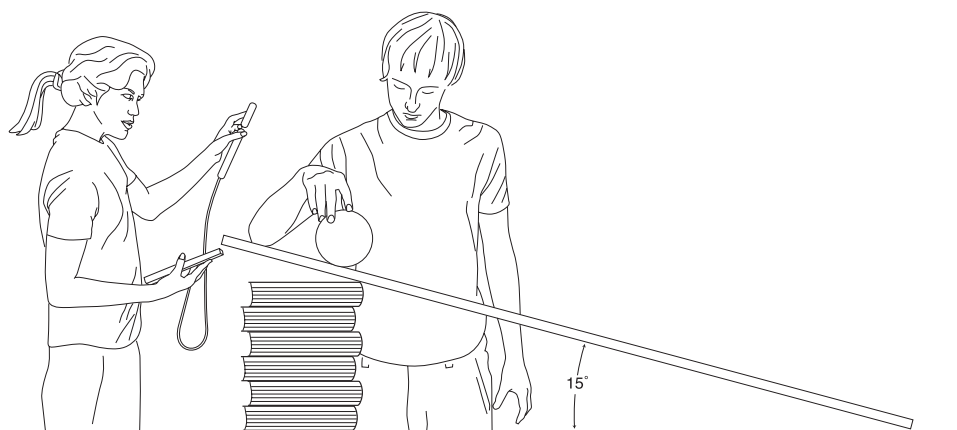
Om eleverna beräknar ekvationen  $y = ax^2 + bx + c$  manuellt kan det vara nödvändigt att tipsa om värdena för  $b$  och  $c$ . Du kan även be dem att utföra en kvadratisk regression utifrån listorna L1 och L2 i deras räknare. Bollens acceleration beror på jordens gravitation. Det betyder att ju mer rampen lutar (ju större lutningsvinkel) desto större värde får  $a$ . Maximum för  $a$  inträffar vid  $\theta = 90^\circ$ , och minimum vid  $\theta = 0^\circ$ . Närmare bestämt så är  $a$  proportionellt mot sinus för  $\theta$ .

## Mätvärdesinsamling

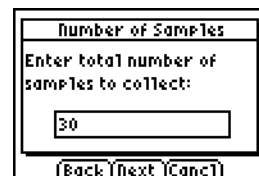
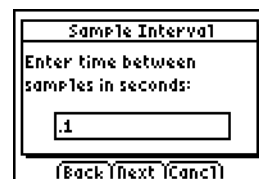
- ① **Besvara fråga 1 på arbetsbladet.** Använd gradskivan för att ställa in rampen till 15° lutning. Lägg CBR 2™ på rampen och vänd sensorhuvudet så att det är vinkelrätt mot rampen.

Gör en markering på rampen 15 centimeter från CBR 2™. Låt en student hålla bollen vid detta märke, medan en annan student håller räknaren och CBR 2™.

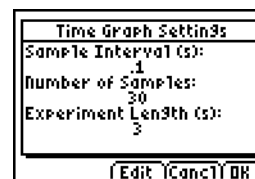
**Tips:** Rikta sensorn rakt mot bollen och kontrollera att ingenting störande finns i det fria området (se sidan 7).



- ② Kör applikationen EasyData.
- ③ Så här ställer du in räknaren för datainsamling:
  - a. Välj Setup (tryck på **WINDOW**) för att öppna menyn Setup.
  - b. Tryck på 2 för att välja 2: Time Graph för att öppna fönstret Time Graph Settings.
  - c. Välj Edit (tryck på **ZOOM**) för att öppna dialogfönstret Sample Interval.
  - d. Skriv in 0,1 för att ange tiden mellan mätningar i sekunder.
  - e. Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att gå vidare till dialogfönstret Number of Samples.
  - f. Skriv in 30 för att ange antalet mätningar. Datainsamlingen varar i 3 sekunder.



- g. Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att visa en sammanställning av de nya inställningarna.
- h. Välj OK (tryck på **GRAPH**) för att återgå till grundfönstret.



- ④ När inställningarna är korrekta väljer du Start (tryck på **ZOOM**) för att påbörja datainsamlingen.
- ⑤ När det klickande ljudet hörs släpper du bollen direkt (knuffa den inte) och tar ett steg tillbaka.
- ⑥ När insamlingen är klar visas grafen för avstånd–tid automatiskt. *Besvara frågorna 2, 3, 4 och 5.*

## Laborationer

Studera vad som händer vid olika lutningar.

- ① Förutsäg vad som kommer hända om lutningen ökar. *Besvara fråga 6.*
- ② Justera lutningen till 30°. Upprepa steg 2 till 6 på föregående sida. *Lägg till den här grafen i teckningen för fråga 6, märkt 30°.*
- ③ Upprepa steg 2 till 6 på föregående sida för lutningarna 45° och 60° och lägg till även dessa i teckningen.
- ④ *Besvara fråga 7.*

## Avancerade laborationer

Justera tidsvärdena så att  $x = 0$  för initialhöjden (vid tidpunkten då bollen släpptes). Du kan göra detta manuellt genom att dra ifrån  $x$ -värdet för den första punkten från alla punkter i grafen. Du kan också ange  $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$ .

- ① Beräkna värdena för  $a$ ,  $b$  och  $c$  för alla kurvorna på formen  $y = ax^2 + bx + c$  vid 0°, 15°, 30°, 45°, 60° och 90°.
- ② Vad är maximi- och minimivärdet för  $a$ ? Varför?
- ③ Skriv ett uttryck som beskriver det matematiska förhållandet mellan  $a$  och lutningsvinkeln.

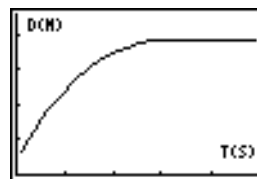
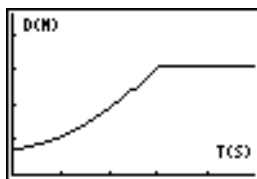
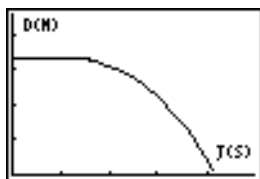
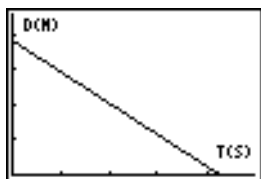


# Övning 5—Rullande boll

Namn \_\_\_\_\_

## Mätvärdesinsamling

1. Vilket av dessa diagram tror du matchar grafen *avstånd-tid* för en boll som rullar nedför en ramp?



2. Vilken fysikalisk storhet representeras på x-axeln? \_\_\_\_\_

Vilken enhet används? \_\_\_\_\_

Vilken fysikalisk storhet representeras på y-axeln? \_\_\_\_\_

Vilken enhet används? \_\_\_\_\_

3. Rita av grafens utseende. Rubricera axlarna. Rubricera grafen vid punkterna där bollen släpptes och där den nådde rampens ände.



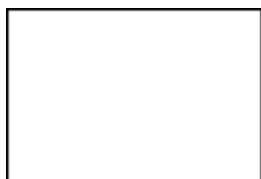
4. Vilken typ av funktion representerar denna graf mellan de två punkter du angav? \_\_\_\_\_

5. Beskriv hur din förståelse förändrats mellan valet av graf i fråga 1 och kurvan du ritade i fråga 3.

\_\_\_\_\_

## Laborationer

6. Rita hur du tror att grafen kommer att se ut med en större lutning. (Rubricera den *Förutsägelse*.)



7. Rita och rubricera graferna för 0° och 90°:



## Hur kan dina lektioner förändras med CBR 2™?

CBR 2™ är ett system som är enkelt att använda och som inbegriper funktioner vilka gör det lätt att integrera CBR 2™ i lektionsarbetet.

CBR 2™ erbjuder markant förbättrade möjligheter jämfört med andra metoder för mätvärdesinsamling som annars kan användas. Detta kan i sin tur medföra att lektionstiden behöver struktureras om allteftersom dina elever blir positivare till att använda verklighetsbaserad information.

- Du kommer att finna att eleverna känner ett större ansvar för mätvärdena då de själva deltar i insamlingsprocessen än då de använder läroböcker, tidskrifter eller statistiksamlingar. Detta inskräper att de fysikaliska begrepp som studeras på lektionerna är förankrade i verkligheten och inte bara utgör abstrakta idéer. Det medför också att varje elev kommer att vilja vara med och samla in mätvärdena.
- Mätvärdesinsamling med CBR 2™ är betydligt effektivare än att tänka ut en mätsituation och sedan mäta med linjal och stoppur. Eftersom fler mätvärdespunkter ger en högre upplösning och en akustisk rörelsedetektor mäter mycket noggrant blir kurvornas form tydligare. Du behöver använda mindre tid för mätvärdesinsamling och kan ägna mer åt analys och granskning.
- Med CBR 2™ kan eleverna utforska uppberparheten av observationer och variationer i hypotetiska situationer. Frågor som "Erhålls samma parabel om en boll släpps från en högre höjd?" och "Är parabeln densamma för första studsens som för den sista?" blir naturliga och värdefulla fördjupningar.
- Styrkan i visualiseringen gör att eleven snabbt kan associera informationen i grafen med de fysikaliska storheter och matematiska funktioner som informationen representerar.

Andra förändringar inträffar efter att mätvärdena har samlats in. Med CBR 2™ kan eleverna studera underliggande samband – både numeriska och grafiska.

### Grafisk information

Använd de automatiskt genererade graferna för avstånd, hastighet och acceleration som funktion av tiden för att undersöka följande:

- Vad är den fysikaliska motsvarigheten till skärningspunkterna med y- och x-axlarna, grafens lutning, maximivärden, minimivärden, derivata och integral?
- Hur känner vi igen funktionen (linjär, parabolisk, etc) utifrån grafens utseende?
- Hur kan vi finna en representativ funktion för mätvärdena? Vilken betydelse har de olika koefficienterna i en viss funktion (t ex  $AX^2 + BX + C$ )?

### Numerisk information

Eleverna kan tillämpa statistiska metoder (medelvärde, medianvärde, standardavvikelse, etc) som är lämpliga för deras utbildningsnivå. När du avslutar applikationen EasyData visas en påminnelse om i vilka listor tiden (L1), avståndet (L2), hastigheten (L3) och accelerationen (L4) sparas.

### CBR 2™-grafer — koppla samman verklighet och matematik

Graferna som genereras från mätvärden som EasyData samlat in utgör visuella representationer av sambandet mellan fysiska och matematiska rörelsebeskrivningar. Eleverna bör uppmuntras att betrakta, analysera och diskutera grafens form både i fysiska och matematiska termer. Ytterligare förståelse och nya upptäckter kan uppnås när funktionerna matas in i Y= editorn och visas tillsammans med graferna.

Att utföra samma beräkningar som CBR 2™ är intressant och lärorikt.

1. Samla in mätvärdena. Avsluta applikationen EasyData.
2. Använd tidsvärdena i L1 tillsammans med avståndsvärdena i L2 för att beräkna föremålets hastighet vid varje tidpunkt. Jämför sedan resultaten med hastighetsvärdena i L3.

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

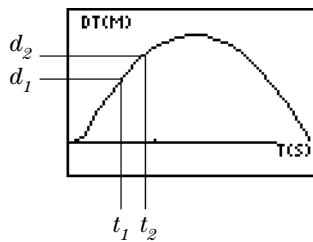
3. Använd hastighetsvärdena i L3 (eller de elevberäknade värdena) tillsammans med tidsvärdena i L1 för att beräkna föremålets acceleration vid varje tidpunkt. Jämför sedan resultaten med accelerationsvärdena i L4.
- En graf *avstånd-tid* representerar ett föremåls ungefärliga position (avstånd från CBR 2™) vid varje tidpunkt som ett mätvärde samlas in. Enheten för y-axeln är meter och sekunder för x-axeln.
  - En graf *hastighet-tid* representerar ett föremåls ungefärliga hastighet (relativt positionen för, och i linje med CBR 2™) vid varje tidpunkt som ett mätvärde samlas in. Enheten för y-axeln är meter/sekund och sekunder för x-axeln.
  - En graf *acceleration-tid* representerar ett föremåls ungefärliga hastighetsförändring (relativt positionen för, och i linje med CBR 2™) vid varje tidpunkt som ett mätvärde samlas in. Enheten för y-axeln är meter/sekund<sup>2</sup> och sekunder för x-axeln.
  - Den *första derivatan* (momentan lutning) för en valfri punkt på grafen avstånd-tid är hastigheten vid den tidpunkten.
  - Den *första derivatan* (momentan lutning) för en valfri punkt på grafen hastighet-tid är accelerationen vid den tidpunkten. Detta är också den andra derivatan för en valfri punkt på grafen avstånd-tid.
  - En *bestämd integral* (arean mellan grafen och x-axeln mellan två valfria punkter) för grafen hastighet-tid motsvarar föremålets avvikelse (den totala förflyttningen) under det aktuella tidsintervallet.
  - *Fart* och *hastighet* används ofta som likbetydande. Termerna är visserligen besläktade men skiljer sig åt i betydelse. *Fart* är en *skalär* kvantitet som har storlek men ingen riktning, t ex "2 meter per sekund". *Hastighet* är egentligen en *vektorkvantitet* som både har riktning och storlek, t ex "2 meter per sekund norrut".

## Lärarinformation (forts.)

Ett typiskt CBR 2™ -diagram för hastighet–tid representerar hastighetskomponenten i CBR 2™:ns mätriktning. Ett positivt hastighetsvärde indikerar en rörelse bort från CBR 2™ och ett negativt värde en rörelse mot CBR 2™.

CBR 2™ mäter endast avståndet längs en linje från detektorn. Om ett föremål rör sig i vinkel till denna linje beräknas endast hastigheten parallellt med linjen. Om ett föremål exempelvis rör sig vinkelrätt mot CBR 2™-linjen visas hastigheten noll.

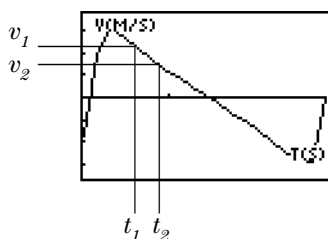
### Matematiken för avstånd, hastighet och acceleration



Avstånd-tid diagram

$$V_{\text{medel}} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{lutningen på grafen avstånd-tid}$$

$$V_{\text{momentant}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \quad \text{där } s = \text{avstånd}$$



Hastighet-tid diagram

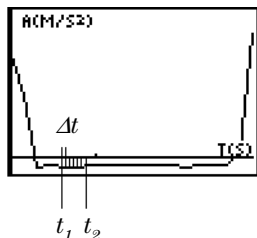
$$A_{\text{medel}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{lutningen på grafen hastighet-tid}$$

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

## Lärarinformation (forts.)

Arean under grafen hastighet-tid från  $t_1$  till  $t_2 = \Delta d = (d_2 - d_1) =$  lägesförändringen från  $t_1$  till  $t_2$  (den totala förflyttningen).

$$\text{M.a.o., } \Delta d = \left( \sum_{t=1}^{t=2} v(\Delta t) \right) \text{ eller } \Delta d = \int_{t=1}^{t=2} v(dt)$$



Acceleration-tid diagram

### Web-sideresurser

På web-sidan, [education.ti.com](http://education.ti.com), finns:

- En lista över tilläggsmaterial till CBR 2™, CBL och grafritande TI-räknare.
- En övnings sida med tillämpningar som utvecklas och delas av lärare.
- CBR 2™-program som ger tillgång till ytterligare CBR 2™-funktioner.
- Utförlig information om CBR 2™-inställningar och programmeringskommandon.

### Ytterligare resurser

Texas Instruments böcker i serien *Explorations* tillhandahåller material som berör grafritande TI-räknare, inklusive lektionsövningar för CBR 2™ vilka är lämpliga för matematikundervisning på gymnasienivå.

# ***CBR 2™-värdena lagras i listor***

## ***I listorna L1, L2, L3 och L4 lagras de insamlade värdena***

När CBR 2™ samlar in mätvärden överförs dessa automatiskt till räknaren och lagras i listor. Varje gång applikationen EasyData avslutas blir du påmind om var mätvärdena har lagrats.

- L1 innehåller tidsvärden.
- L2 innehåller avståndsvärden.
- L3 innehåller hastighetsvärden.
- L4 innehåller accelerationsvärden.

Exempel: det femte elementet i lista L1 representerar tidpunkten då den femte mätpunkten samlades in, och det femte elementet i lista L2 representerar avståndet för den femte mätpunkten.

## ***Användning av listorna***

Listorna raderas inte när applikationen EasyData avslutas. De kan användas för vidare grafiska, statistiska och numerska undersökningar och analyser.

Du kan plotta listorna mot varandra, ta fram dem i listeditorn, använda regressionsanalys och utföra andra analytiska aktiviteter. Du kan t ex samla in data från en student som går bort ifrån CBR 2™. Sedan kan studenterna använda manuellt anpassad linjär regression på TI-84 Plus för att hitta den linje som bäst passar data.

# EasyData-inställningar

## Ändra EasyData-inställningarna

EasyData visar de vanligaste inställningarna innan datainsamlingen börjar.

- ❶ Från grundfönstret i applikationen EasyData väljer du Setup > 1: Dist eller 2: Time Graph. De aktuella inställningarna visas i räknaren.  
**Obs:** Inställningarna för Distance Match och Ball Bounce på menyn Setup är förinställda och kan inte ändras.
- ❷ Välj Next (tryck på **ZOOM**) för att flytta till den inställning som du vill ändra.
- ❸ Upprepa för att gå igenom de tillgängliga valen. När valet är riktigt väljer du Next för att flytta till nästa val.
- ❹ Du ändrar en inställning genom att skriva in 1 eller 2 siffror och sedan välja Next.
- ❺ När alla inställningar är korrekta väljer du OK (tryck på **GRAPH**) för att återgå till grundfönstret.

De nya inställningarna fortsätter att gälla tills du återställer EasyData till dess förvalda inställningar, kör en applikation eller gör en annan övning som ändrar inställningarna. Om du ändrar L5 utanför applikationen EasyData eller tar bort L5, kan standardinställningarna återställas nästa gång du kör EasyData.

## Återställa EasyData-inställningarnas standardvärden

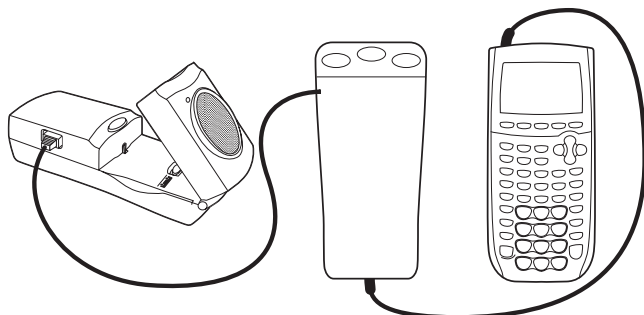
Standardinställningarna är tillämpliga för ett stort antal olika situationer. Om du är osäker på vilka inställningarna som är de bästa bör du börja med att använda standardinställningarna och därefter justera dessa inställningar för din specifika övning.

- Om du vill återställa standardinställningarna i EasyData medan CBR 2™ är ansluten till räknaren väljer du File > 1:New.
- Du kan ändra inställningarna genom att följa de steg som beskrivs ovan.
- Välj Start (tryck på **ZOOM**) för att påbörja datainsamlingen.

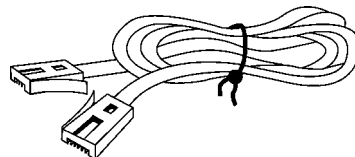
# Använda CBR 2™ med CBL 2™ eller med CBL 2™-program

## Använda CBR 2™ som en konventionell rörelsedetektor med CBL 2™

CBR 2™ kan användas som en konventionell rörelsedetektor med Texas Instruments system CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory™).



Specialkabeln som krävs för att ansluta CBR 2™ till CBL ingår.



Anslut inte CBR 2™ till CBL 2™ samtidigt som CBR 2™ är ansluten till en räknare. Räknaren måste vara ansluten till CBL 2™.

Du kan behöva ändra CBL 2™-programmet enligt nedanstående sidor. RANGER-programmet fungerar inte med CBL 2™.

## Samla in rörelsedata med CBR 2™ med CBL 2™-systemet

- 1 Sätt in batterier i CBL 2™.
- 2 Anslut CBL 2™ till en TI-grafräknare till I/O enhet-till-enhetslänkkabeln.
- 3 Sätt in din CBR 2™-detektor i DIG/SONIC-porten på CBL 2™ med hjälp av en CBL-till-CBR-kabel (säljs separat).
- 4 Kör DataMate från menyn Apps på någon av enheterna i produktfamiljerna TI-83 Plus eller TI-84 Plus.
- 5 DataMate identifierar automatiskt CBL 2™-sensorer, lägger till deras kalibreringsfaktorer och visar namnet på sensorn (Motion i detta fall), såväl som den aktuella avståndsmåttet i meter. Den laddar också ett förvalt rörelseexperiment som tar 5 sekunder.

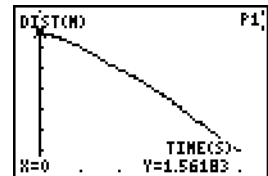




# Använda CBR 2™ med CBL 2™ eller med CBL 2™- program (forts.)

- ⑥ Påbörja datainsamling med det förvalda experimentet.  
Håll rörelsesensorn i din hand och välj 2: START för att börja samla in data.
- ⑦ Gå mot en vägg medan du håller CBR 2™ riktad mot väggen.  
När du är klar kommer din graf att likna den som visas här.

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



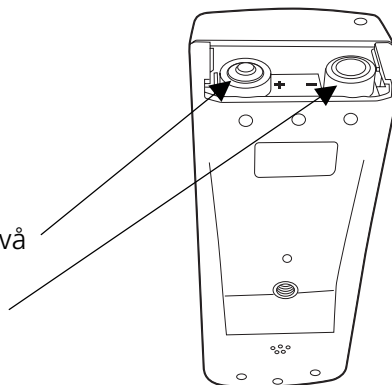
## Batterityp

CBR 2™ är konstruerad för att användas med fyra alkaliska batterier av typen AA. Utan batterier kan CBR 2™ endast användas om den samtidigt är ansluten till en CBL 2™.

## Batteriinstallation

Avsluta applikationen EasyData innan du byter batterier.

1. Håll CBR 2™ uppochner och skjut batteriluckan mot baksidan av CBR 2™ med tummen.
2. Stoppa i batterierna i enlighet med figuren som finns i batterifacket.
3. Två av batterierna ska placeras med den positiva änden upp mot markeringen +. De två andra batterierna placeras tvärt om med den negativa änden upp mot markeringen -.
4. Sätt tillbaka locket. CBR 2™ är nu klar för att användas.



## Varning för låg batterispänning

CBR 2™ har två funktioner som båda indikerar att batterispänningen är låg:

- Applikationen EasyData visar ett varningsmeddelande i graffönstret under mätvärdesinsamlingen.
- Den röda lampan blinkar periodiskt under mätvärdesinsamlingen.

## Viktig batteriinformation


- ANVÄND INTE laddningsbara batterier.
- Ersätt alltid alla fyra batterierna samtidigt. Blanda inte batterier från olika tillverkare. Blanda inte olika batterityper från samma tillverkare.
- Installera alltid batterierna enligt figuren i batterifacket.
- Släng de gamla batterierna direkt och på lämpligaste sätt. Lämna dem inte inom räckhåll för barn.
- Undvik att upphetta, bränna eller göra hål på batterierna. Batterierna innehåller giftiga ämnen som kan explodera eller börja läcka.
- Blanda inte uppladdningsbara batterier med sådan som inte kan laddas om.
- Placera inte batterier som inte kan laddas om i en batteriladdare.


## Om du får problem

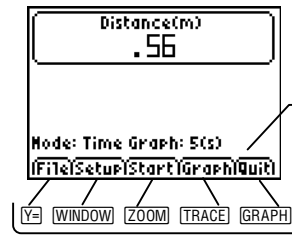
Om du får följande problem:	Försök med:
Problem med datainsamling	Kontrollera att anslutningen räknare-CBR 2™ är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Kontrollera att batterierna är laddade (se sidan 40).
CBR 2™ börjar samla in data av sig själv.	Om du lägger CBR 2™ med knappen <b>TRIGGER</b> nedåt kan den tryckas in och därigenom aktivera insamlingen. Tryck på <b>TRIGGER</b> igen för att stoppa insamlingen. Innan du lägger undan CBR 2™ ska du avsluta applikationen EasyData (med Quit). Detta gäller även andra CBR 2™- eller CBL-program som eventuellt körs.
CBR 2™ slutar inte samla in data	Tryck på <b>TRIGGER</b> för att avbryta datainsamlingen. Upprepa datainsamlingen. Om problemet kvarstår, ta ur ett batteri och sätt in det igen. Obs: Alla data som sparats i CBR 2™ kommer att gå förlorade.
Kommunikationsfel	Anslut CBR 2™ till räknaren med en Standard-B till Mini-A USB-kabel (enhet-till-CBR 2™). Kontrollera att anslutningen räknare-CBR 2™ är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Om du inte kan (eller vill) ansluta CBR 2™ till räknaren avslutar du applikationen EasyData.
Otillräckligt med minne.	Du måste ha tillräckligt med minne för applikationen EasyData och datalistorna. EasyData behöver 5000 byte för att kunna köras effektivt. Du måste ta bort objekt från miniräknarens minne. På TI-räknaren trycker du på <b>[2nd] [MEM] 2:Mem Mgmt./Del</b> . Välj vilka objekt du vill ta bort och välj DEL för att ta bort de markerade objekten.
Räknaren motsvarar inte övningarnas anvisningar.	Denna handledning är avsedd för alla TI-räknare som kan läsa in applikationen EasyData. Det kan hända att vissa av menynamnen, fönstren eller tangenterna i denna handledning inte stämmer exakt med de som finns i din miniräknare. Om du använder Ranger, eller andra program, väljer du det närmaste alternativet. Om det till exempel i instruktionerna står Distance match, skulle du på TI-83 välja Dist match.
Värdena ser felaktiga ut: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Punkter ligger utanför kurvan.</li> <li>■ Hackiga grafer.</li> <li>■ Plana grafer.</li> <li>■ Brutna grafer.</li> </ul>	Upprepa insamlingen och kontrollera att CBR 2™ är riktad rakt mot föremålet. Läs sidorna 6–9 om hur du förbättrar datainsamlingen. Kontrollera att det fria området inte störs av elever, bord eller andra föremål. När två CBR 2™-enheter används samtidigt i ett rum ska en insamlingen avslutas innan nästa påbörjas. Kontrollera att anslutningen räknare-CBR 2™ är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Kontrollera att batterierna är laddade (se sidan 40).
Borttappad enhet-till-CBR 2™-kabel	Du kan använda I/O enhet-till-enhetkabeln som medföljde räknaren (enhet-till-CBR 2™-kabeln möjliggör automatisk start av EasyData och en säkrare anslutning, så det kan hända att du vill beställa en ersättningskabel.)
Ofta låg batterispänning.	Innan du lägger undan CBR 2™ ska du avsluta applikationen EasyData (med Quit). Detta gäller även andra CBR 2™- eller CBL-program som eventuellt körs. Du ska även koppla loss CBR 2™ från räknaren.

# EasyData menyöversikt

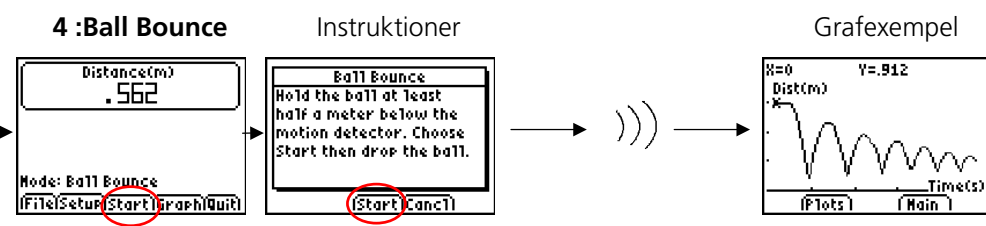
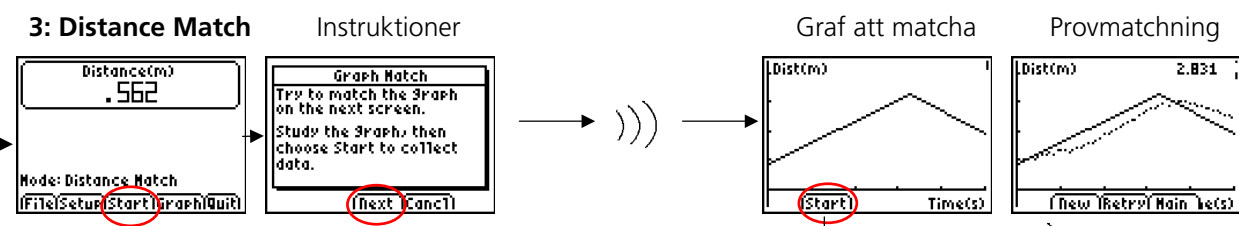
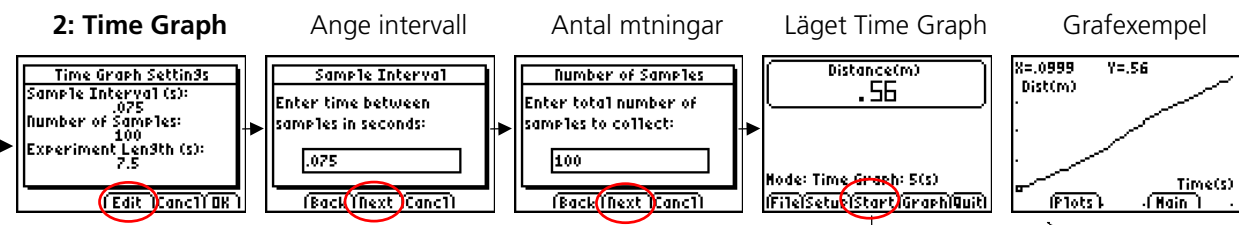
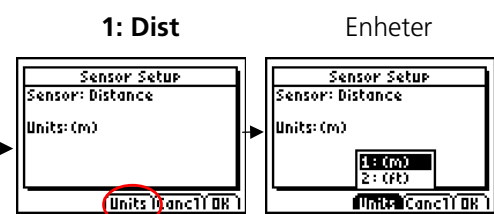
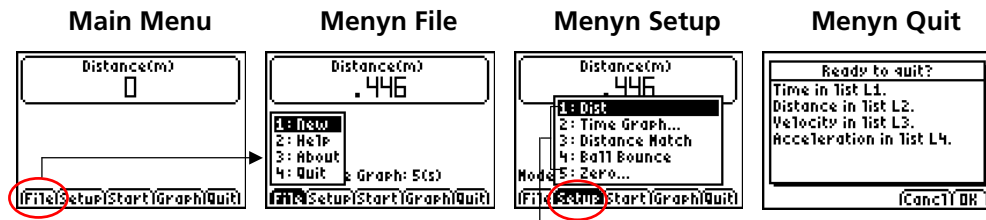
Varje skärm visar en eller flera val längst ner på skärmen. Tryck på graftangenten direkt under ett val för att välja detta alternativ.

För att göra val från menyerna på det sätt som anges nedan, välj menyval som indikeras med .

 anger att data samlas in.



Tryck till exempel på **GRAPH** för att välja Quit.



# ***Service och garanti för TI-produkter***

## ***TI-produkter och service***

Mer information om TI-produkter och service kan du få via E-post eller genom att besöka hemsidan för TI-räknare på internet.

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

internetadress: **education.ti.com**

## ***Service och garanti***

Information om garantitid och garantivillkor eller om produktservice finns i garantibeviset som medföljer denna produkt. Du kan också kontakta din lokala återförsäljare/distributör för Texas Instruments.