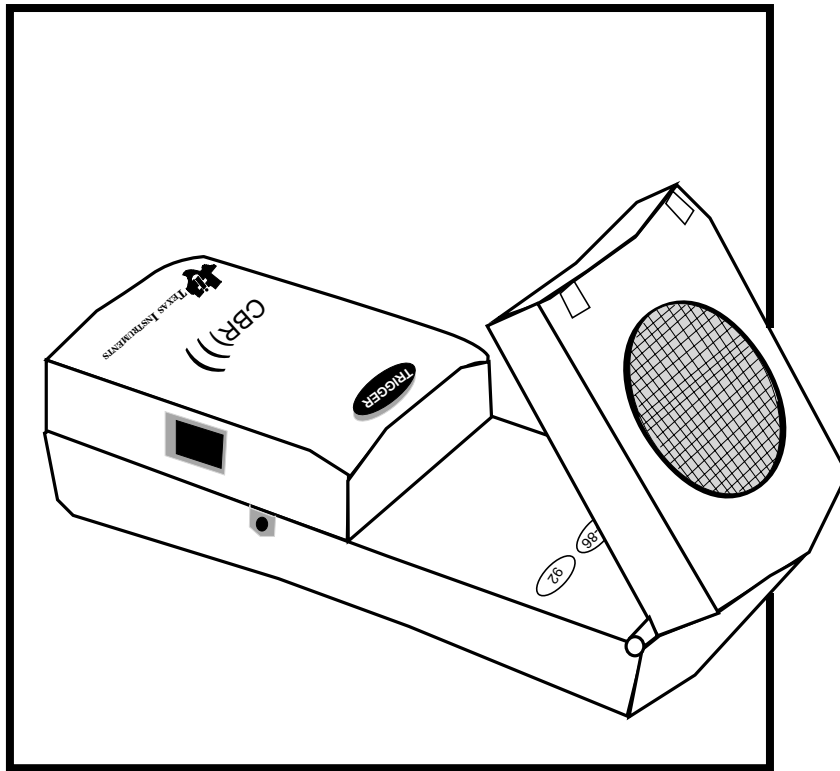


Texas Instruments

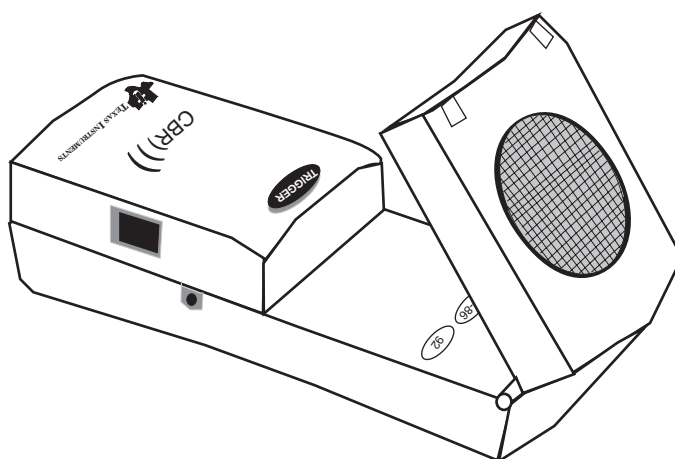


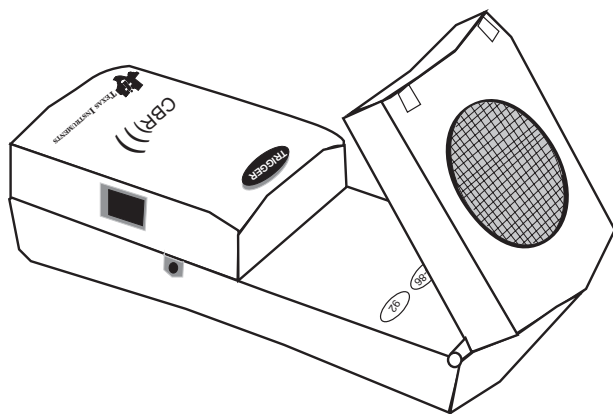
**Calculator-Based Ranger™
(CBR™)**

KOMMA IGÅNG MED CBR™

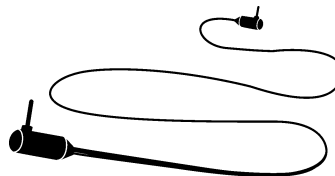
INNEFATTAR

5 ÖVNINGAR

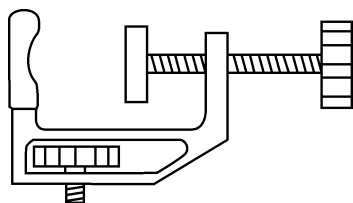




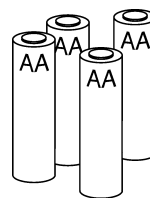
Calculator-Based Ranger™ (CBR™)
Akustisk rörelsedetektor



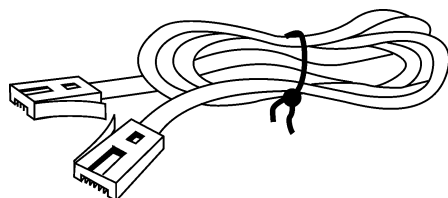
Räknare-CBR kabel



Klämma



4 AA-batterier



CBL-CBR kabel

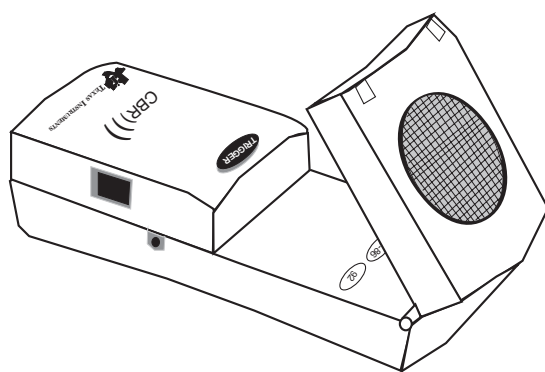
Viktigt

Texas Instruments 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.

Inte i något fall skall Texas Instruments kunna hållas ansvarigt 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.

© 1997 tillhörande Texas Instruments Incorporated.
Med ensamrätt.

Härmed ges lärare tillstånd att göra särtryck eller fotokopior av de sidor och arbetsblad som bär Texas Instruments copyright-meddelande och som ingår i detta material, och detta i kvantiteter motsvarande en skolklass, studiecirkel eller seminariegrupp. 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 copyright-meddelande. 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 tilläts i lokal copyright-lagstiftning. Förfrågningar ställs till Texas Instruments Incorporated, PO Box 149149, Austin, TX, 78714-9149, M/S 2151, Att. Contracts Manager.



Inledning

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

Övningar med lärarnoteringar och arbetsblad

📱 Övning 1 — Matcha grafen	linjär	13
📱 Övning 2 — Leksaksbil	linjär	17
📱 Övning 3 — Pendel	sinusformad	21
📱 Övning 4 — Studsande boll	parabolisk	25
📱 Övning 5 — Rullande boll	parabolisk	29
Lärarinformation		33

Teknisk information

CBR-värdena lagras i listor	37
RANGER-inställningar	38
Använda CBR med CBL eller med CBL-program	39
Programmeringskommandon	40

Service

Batterier	42
Om problem uppstår	43
TI-service och garanti	44

RANGER menyöversikt	<i>omslagets baksida</i>
---------------------	--------------------------

CBR™ (Calculator-Based Ranger™)

akustisk rörelsedetektor

används tillsammans med TI-82, TI-83, TI-85/CBL, TI-86 och TI-92
utför realistiska mätvärdesinsamlingar och analyser i klassrummet
enkel att använda och komplett
ingen programmering nödvändig

Innefattar programmet RANGER

det mångsidiga programmet RANGER är mycket lätt att använda
program för MATCHNING och STUDSANDE BOLL finns inbyggda i RANGER
primära insamlingsparametrar är enkla att ställa in

Hur fungerar CBR?

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

CBR 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:

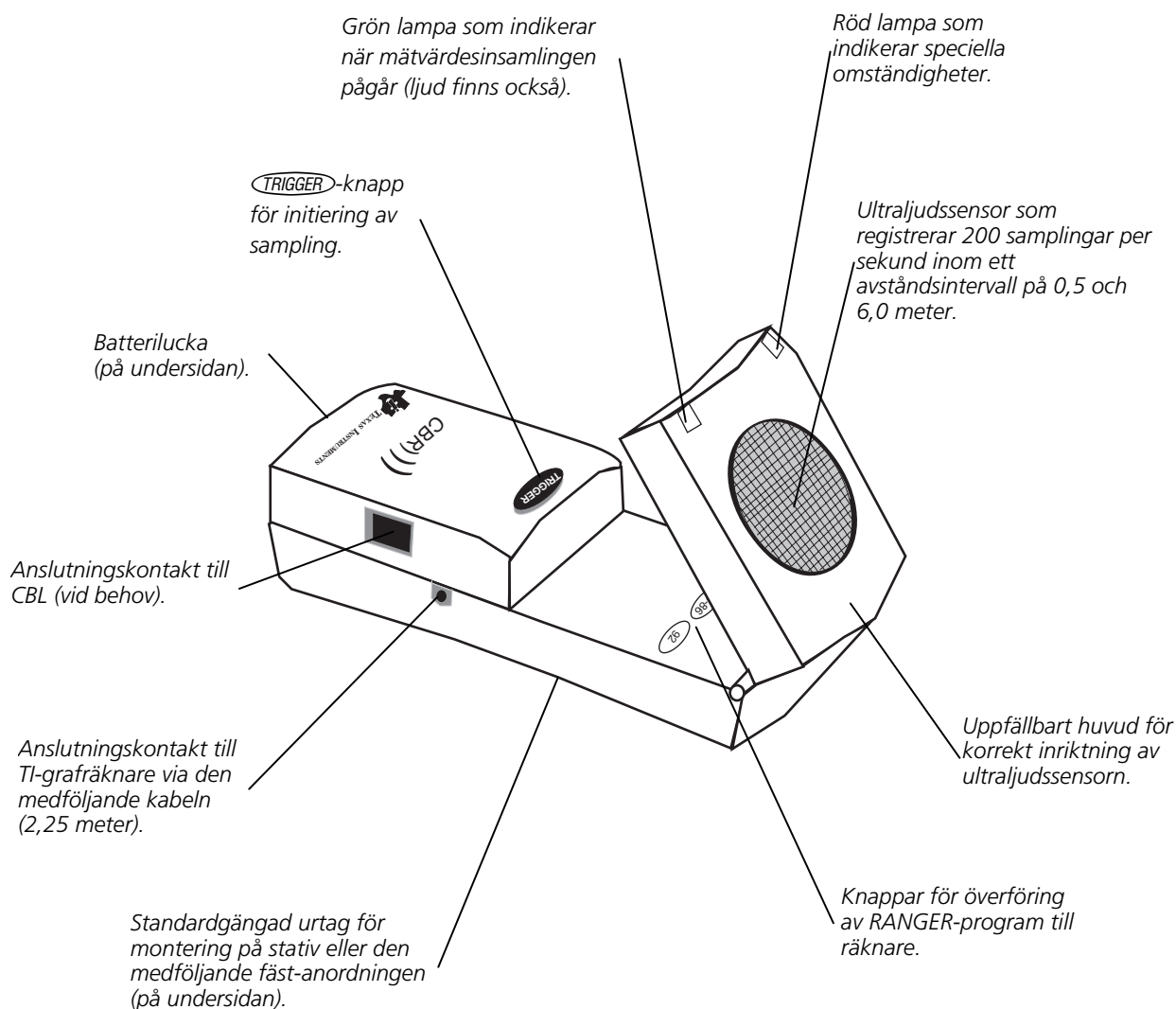
- Rörelse: *avstånd, hastighet, acceleration*
- Grafer: *koordinataxlar, lutningar, skärningspunkter*
- Funktioner: *linjära, kvadratiska, exponentiella, sinusformade*
- Beräkning: *derivator, integraler*
- Statistik och dataanalys: *metoder för mätvärdesinsamling, statistisk analys*

Vad innehåller den här handboken?

Komma igång med CBR™ har utformats för lärare som inte besitter en lång erfarenhet av räknare och programmering. Den inkluderar snabbinstruktioner för CBR-användning, tips om effektiv mätvärdesinsamling och fem lektionsövningar som undersöker grundläggande funktioner för, och egenskaper hos rörelser. Övningarna (se sidorna 13-32) 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? (forts)



CBR 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
- RANGER-program i CBR
- Räknare-CBR kabel
- 4 AA batterier
- Fäst-anordning
- 5 lektionsövningar

Komma igång med CBR — Hur lätt som helst

Med CBR är du bara tre steg från den första mätvärdesinsamlingen!

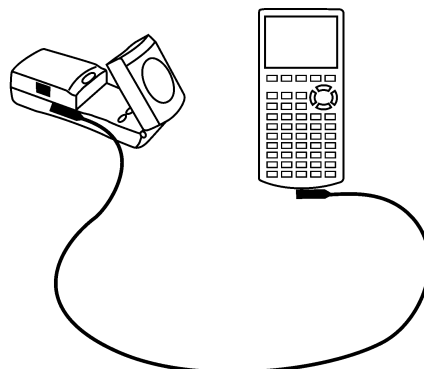
1

Anslut

Anslut CBR till en grafritande TI-räknare med räknare-CBR kabeln.

Tryck in kabelns båda ändar helt och hållet.

Anm: Den korta räknare-räknare kabeln som medföljer räknaren kan också användas.



2

Överför

RANGER är ett program som är anpassat för varje räknare och som ingår i CBR. Att överföra önskat program från CBR till en räknare är enkelt.

Först förbereder du räknaren för programmottagning (se nedan).

TI-82 eller TI-83	TI-85/CBL eller TI-86	TI-92
<code>[2nd] [LINK] [▶] [ENTER]</code>	<code>[2nd] [LINK] [F2]</code>	Gå till Grundfönstret.

Öppna sedan det uppfällbara sensorhuvudet på CBR och tryck på lämplig programöverföringsknapp på CBR.

82/83

85/86

92

Under överföringen visar räknaren RECEIVING (med undantag för TI-92). När överföringen är klar blinkar den gröna CBR-lampan en gång, en signal från CBR hörs och i räknarens graffönster visas DONE. Om ett fel inträffar blinkar den röda CBR-lampan två gånger och en signal hörs två gånger.

När RANGER-programmet överförs från CBR till en räknare behöver det inte överföras till den aktuella räknaren igen såvida inte programmet raderas från räknarens minne.

Anm: Programmet och data kräver cirka 17 500 byte minne. Du kan komma att behöva ta bort andra program och data från räknaren. Om du vill spara dessa kan du lagra ner dem på en dator med hjälp av TI-Graph Link™ eller till en annan räknare med en räknare-räknare kabel eller räknare-CBR kabel (se räknarens handbok).

3

Kör

Kör programmet RANGER (se nedan).

TI-82 eller TI-83	TI-85/CBL eller TI-86	TI-92
Tryck [PRGM] . Välj RANGER. Tryck [ENTER] .	Tryck [PRGM] [F1] . Välj RANGER. Tryck [ENTER] .	Tryck [2nd] [VAR-LINK] . Välj RANGER. Tryck [↓] [ENTER] .

Visas startbilden.

Tryck **[ENTER]**. MAIN MENU visas.

MAIN MENU	
SETUP/SAMPLE	→ Visa/ändra inställningarna innan mätning.
SET DEFAULTS	→ Återställ standardinställningarna.
APPLICATIONS	→ DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, BALL BOUNCE.
PLOT MENU	→ Plottalternativ.
TOOLS	→ GET CBR DATA, GET CALC DATA, STATUS, STOP/CLEAR.
QUIT	

Från MAIN MENU väljer du SET DEFAULTS. Bilden SETUP visas. Tryck **[ENTER]** för att välja START NOW. Iordningställ övningen och tryck på **[ENTER]** för att påbörja mätvärdesinsamlingen. Så enkelt är det!

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

Viktig information

- Den här handboken är tillämplig för alla grafritande TI-räknare som kan användas tillsammans med CBR vilket innebär att vissa menyalternativ inte exakt motsvarar de som finns på din räknare.
- När du förbereder övningarna ska du kontrollera att CBR är ordentligt fastsatt och att ingen kan snubbla över anslutningskabeln.
- Avsluta alltid RANGER-programmet med alternativet QUIT. När du gör det utför RANGER-programmet en korrekt nedstängning av CBR. Detta tillförsäkrar att CBR initieras på rätt sätt nästa gång du använder den.
- Koppla alltid isär CBR från räknaren innan du lägger undan den för förvaring.

Tips för effektiv mätvärdesinsamling

Förbättra mätvärdesinsamlingen

Hur fungerar CBR?

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 tidsintervallet mellan utsändningen av ultraljudspulsen och det första returnerade ekot, men därutöver har CBR en inbyggd mikroprocessor som kan så mycket mer. När mätvärdena samlas in beräknar CBR 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 L1, L2, L3 och L4.

Att utföra samma beräkningar som CBR är intressant och lärorikt.

- 1 Samla in mätvärdena i läget REALTIME=NO. Avsluta RANGER-programmet.
- 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.

Föremålens storlek

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

Minimiintervall

När CBR sänder ut en puls träffar den föremålet, studsar tillbaka och tas emot av CBR. Om avståndet till ett föremål understiger 0,5 meter kan efterföljande pulser komma att överlappa varandra och därför bli misstolkade av CBR, vilket i sin tur leder till att grafen blir felaktig. Placera därför CBR minst 0,5 meter från föremålet.

Maximiintervall

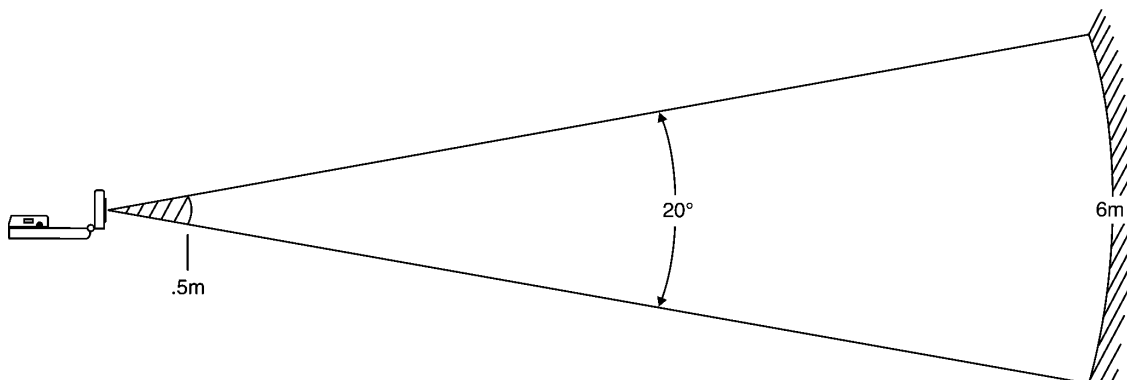
Ju längre pulsen färdas genom luften desto svagare blir den. Vid cirka 12 meter (6 meter fram till föremålet och 6 meter tillbaka till CBR) kan ekot bli för svagt för att tillförlitligt kunna registreras av CBR. Detta begränsar det tillförlitliga mätavståndet mellan CBR och föremål till 6 meter eller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

Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts)

Fritt område

Ljudstrålens utsträckning är inte parallellsomm ett rakt rör utan sprider sig som en konformad trutt vars spridningsvinkel uppgår till 10° .

För att undvika interferens med andra närliggande föremål ska du försöka iordningställa ett fritt område i CBR-strålens väg. På detta sätt förhindras att något annat föremål än det önskade blir registrerat av CBR. CBR 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 avstånd-tid kan bli än mer hackig eftersom avståndet mellan två punkter sett över tid, per definition, är hastighet. Det kan därför vara lämpligt att tillämpa en viss grad av utjämning av värdena.

Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts)

RANGER-inställningar

Mättid

Funktionen TIME är den totala tiden för hela mätvärdesinsamlingen uttryckt i sekunder. Ange ett heltal mellan 1 sekund (för föremål som rör sig snabbt) och 99 sekunder (för föremål som rör sig långsamt). För REALTIME=YES är TIME alltid 15 sekunder.

När TIME ges ett lågt värde måste föremålet befinna sig närmare CBR. Vid t ex TIME=1 SECOND, måste föremålet vara närmare än 1,75 meter från CBR.

Start och stopp

Bilden SETUP i RANGER-programmet har flera alternativ för att starta och stoppa mätvärdesinsamlingen.

- BEGIN ON: [ENTER]. Mätvärdesinsamlingen startas med räknarens [ENTER]-knapp. Använd denna metod när du befinner dig närmast räknaren.
- BEGIN ON: [TRIGGER]. Mätvärdesinsamlingen startas med [TRIGGER]-knappen på CBR. Använd denna metod när du befinner dig närmast CBR.

Med det här alternativet kan du också koppla ur CBR. Du kan alltså i ordningställa försöket, koppla ur kabeln ur CBR, placera CBR där insamlingen ska ske, trycka på [TRIGGER], samla in mätvärden, återansluta CBR, och till sist trycka på [ENTER] för att överföra mätvärdena till räknaren. Använd BEGIN ON: [TRIGGER] när kabeln är för kort eller riskerar att komma i vägen för mätvärdesinsamlingen. Detta går inte att göra i läget REALTIME=YES (t ex MATCH-tillämpningen).

- BEGIN ON: DELAY. Mätvärdesinsamlingen startas automatiskt 10 sekunder efter att du tryckt på [ENTER]. Detta är speciellt användbart när en person ensam utför hela övningen.

Triggknapp

Funktionen för [TRIGGER] varierar beroende på övriga inställningar.

- [TRIGGER] startar mätvärdesinsamlingen även när BEGIN ON: [ENTER] eller BEGIN ON: DELAY har valts. Knappen kan också användas för att stoppa mätvärdesinsamlingen men oftast är det önskvärt att låta hela insamlingen löpa klart.
- Vid REALTIME=NO och efter att mätvärdesinsamlingen är klar upprepar [TRIGGER] automatiskt den senaste mätvärdesinsamlingen utan att överföra informationen till räknaren. För att överföra informationen väljer du TOOLS från MAIN MENU och sedan GET CBR DATA. (Du kan också upprepa en mätvärdesinsamling genom att välja REPEAT SAMPLE från PLOT MENU eller START NOW från bilden SETUP.)

Utjämning

Med utjämningsfunktionen i RANGER-programmet kan störsignalers inverkan och variationer i avståndsmätningar reduceras. Undvik dock att utjämna för mycket. Försök först utan utjämning eller med utjämningsalternativet LIGHT. Öka sedan utjämningsgraden tills du erhåller ett tillfredsställande resultat.

- Vid övningar med en hög sannolikhet för stör signaler kan det vara lämpligt att öka utjämningsgraden på bilden SETUP redan innan mätvärdesinsamlingen påbörjas (se sidan 38).
- För mätvärden som insamlats med REALTIME=NO kan utjämning tillämpas på de insamlade mätvärdena. Då måste räknaren vara ansluten till CBR. Välj först PLOT TOOLS från PLOT MENU, därefter SMOOTH DATA och till sist graden av utjämning.

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

När CBR 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:

- Kontrollera att CBR är riktad direkt mot målet. Innan du samlar in mätvärden med REALTIME=NO kan du utföra en mätvärdesinsamling med REALTIME=YES och då justera sensorhuvudet tills resultatet är tillfredsställande.
- 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 (dock inte närmare än 0,5 meter).
- När du använder flera CBR i samma rum ska varje mätvärdesinsamling slutföras innan nästa påbörjas.
- Vid en mätvärdesinsamling med REALTIME=YES och många stör signaler ska du upprepa insamlingen med högre grad av utjämning tills du uppnår ett tillfredsställande resultat. (Du kan inte ändra utjämningen i tillämpningarna DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH och BALL BOUNCE.)
- Vid en mätvärdesinsamling med REALTIME=NO och många stör signaler ska du använda en högre grad av utjämning på de insamlade mätvärdena.

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. För relativ rörelse utgör detta inget problem, men för övningar som kräver noggranna mätningar finns det ett programmeringskommando som kan användas för att ange den omgivande temperaturen (se sidorna 40–41).

Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts)

REALTIME=YES

Använd läget REALTIME=YES:

- för långsamma föremål
- för att kunna se resultaten när de samlas in
- när du endast behöver samla in en typ av mätvärden (avstånd, hastighet eller acceleration) under en mätvärdesinsamling.

I läget REALTIME=YES bearbetar CBR de begärda grafvärdena (avstånd, hastighet eller acceleration) som efter varje enskild avståndsmätning överförs till räknaren. Därefter plottar RANGER en specifik pixel för den pulsen.

Eftersom alla dessa operationer måste utföras innan nästa mätvärdesinsamling kan påbörjas är bearbetningshastigheten för varje mätvärdesinsamling i REALTIME=YES begränsad.

För ett enda mätvärde tar det cirka 0,08 sekunder att samla in mätvärden, bearbeta och överföra informationen. Därtill krävs ytterligare tid för att plotta punkten, vilket sänker den effektiva insamlingsfrekvensen till cirka en per 0,125 sekunder i RANGER.

REALTIME=NO

Använd läget REALTIME=NO:

- för snabba föremål
- när utjämning behöver användas (se sidan 9)
- för att hantera CBR när den är fristående (se sidan 11)
- när du behöver samla in eller plotta alla datatyper (avstånd, hastighet och acceleration) i en mätvärdesinsamling.

I läget REALTIME=NO lagras informationen i CBR och kan inte överföras till räknaren förrän mätvärdesinsamlingen är klar. Insamlingsfrekvensen kan vara så hög som en per 0,005 sekunder för näraliggande föremål. Värden för tid, avstånd, hastighet och acceleration överförs till räknaren.

Eftersom informationen lagras i CBR kan du överföra den från CBR till räknaren upprepade gånger.

- Varje gång utjämningen förändras tillämpar CBR den nya utjämningsgraden, överför de justerade mätvärdena till räknaren och lagrar dem i listorna.
- Om ett område väljs förändras också listorna som är lagrade i räknaren. Om du vill kan du återställa de ursprungliga mätvärdena från CBR genom att i RANGER-programmet välja TOOLS från MAIN MENU och sedan GET CBR DATA.
- Samma mätvärden kan också delas av flera elever samtidigt trots att de använder olika grafritande TI-räknare. Detta ger eleverna möjlighet att göra en analys utifrån identisk information (se sidan 11).

Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts)

Använda CBR fristående

Eftersom CBR inte kan sända data till räknaren direkt när den är fristående krävs att vissa inställningar är gjorda. På bilden SETUP anges följande:

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

RANGER-programmet uppmanar dig när du ska koppla ur CBR och sedan återansluta den. Inga ytterligare åtgärder behövs.

Dela data

Om du vill att hela klassen ska analysera samma data vid samma tillfälle kan du sprida information från REALTIME=NO snabbt och enkelt i ett klassrum med CBR.

- 1 Överför RANGER-programmet till alla elevers räknare innan mätvärdesinsamlingen påbörjas.
- 2 Samla in mätvärdena med CBR i läge REALTIME=NO.
- 3 Låt den första eleven ansluta sin räknare till CBR med en räknare-CBR kabel eller en räknare-räknare kabel.
- 4 Från MAIN MENU i RANGER-programmet väljer du TOOLS och sedan GET CBR DATA. Meddelandet TRANSFERRING... visas och därefter själva grafen.
- 5 Återgå till PLOT MENU med **ENTER** och välj QUIT. Koppla ur kabeln.
- 6 Anslut nästa räknare (av samma typ) till räknaren som du just har överfört mätvärdena till. På den andra räknaren väljer du TOOLS från MAIN MENU i RANGER-programmet och sedan GET CALC DATA. Listorna L1, L2, L3, L4 och L5 överförs automatiskt till den andra räknaren.
- 7 Överför mätvärdena från CBR till en tredje elevs räknare samtidigt som andra elever fortsätter föregående överföringsprocess från räknare till räknare.

När alla elever har samma information i sina räknare kan denna analyseras i RANGER med VIEW PLOTS eller utanför RANGER med räknarnas funktioner för listor och grafer.

För att dela data på en TI-85 ska funktionen LINK användas utanför RANGER för överföring av listorna.

Tips för effektiv mätvärdesinsamling (forts)

Avancerad mätvärdesinsamling

När du har samlat in och plottat mätvärdena i RANGER kan du fortsätta att studera värdenas relation till någon funktion. Eftersom värdena lagras i listor och visas som punktdiagram kan du använda **TRACE**, **GRAPH** och **Y=** för att utröna dessa samband.

Inuti RANGER

- Studera grafer med funktionen TRACE som aktiveras automatiskt. (På TI-85 används den fritt rörliga markören.)
- Manipulera mätvärdena genom att använda utjämning och välja område.

Utanför RANGER

- Studera mätvärdena med hjälp av räknarens listeditor.
- Ta manuellt fram en funktion utifrån mätvärdena med hjälp av räknarens Y= editor.
- Ta fram den ekvation som bäst motsvarar mätvärdena med hjälp av räknarens regressionsfunktioner.

Det går att studera andra samband än de som ingår i grafalternativen i RANGER. T ex kan graferna avstånd–tid och hastighet–tid återges samtidigt som punktdiagram. Från MAIN MENU i RANGER-programmet väljer du QUIT, och för Plot1 anges L1 som en funktion av L2 och för Plot2 L1 som en funktion av L3. (Du kan komma att behöva justera graffönstret.)

Mätvärden och grafer kan sändas till en dator med TI-Graph Link. Detta är speciellt användbart när elever väljer att skriva mer omfattande rapporter utifrån sina undersökningar.

Använda CBR utan RANGER-programmet

CBR kan användas som en akustisk rörelsedetektor tillsammans med CBL eller med andra program än RANGER.

- Information om användning av CBR med CBL finns på sidan 39.
- Information om anskaffandet av program och övningar finns på sidan 36.
- Information om programmeringskommandon för att skriva egna program finns på sidorna 40–41.

Begrepp

Studerad funktion: linjär.

I denna övning presenteras begreppen avstånd och tid – eller närmare bestämt begreppet avstånd som en *funktion* av tid. När eleverna försöker efterlikna sina grafer genom att gå samtidigt som de iakttar plottningen av rörelsen kan begreppet position studeras.

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

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

Utrustning

- ✓ räknare
- ✓ CBR
- ✓ räknare-räknare kabel

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

Tips

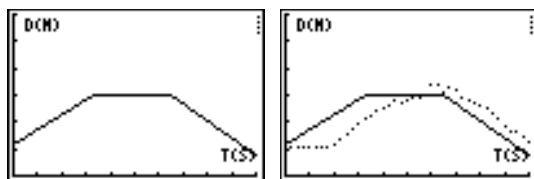
Det här är en övning som de flesta elever kommer att uppskatta. Se till att ha tillräckligt med tid eftersom alla kommer att vilja pröva.

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. Ibland försöker eleverna gå i sidled (vinkelrätt mot CBR) och även att hoppa framför den.

Se sidorna 6–12 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Typiska diagram



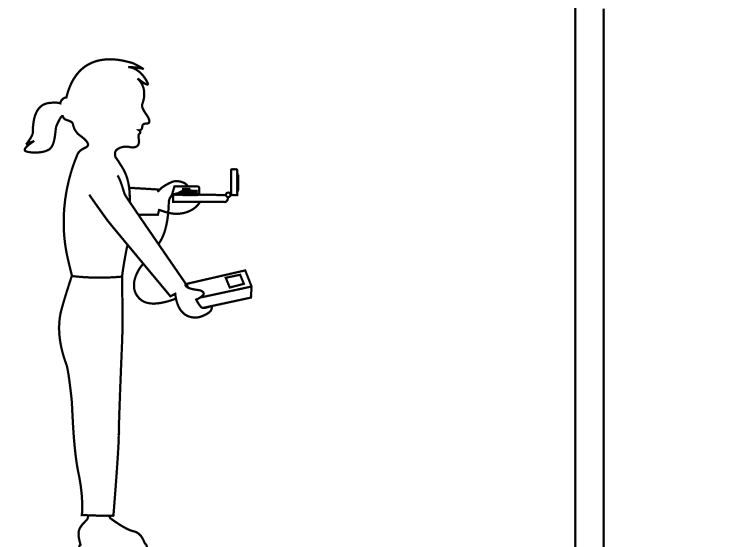
Typiska svar

1. Tid (från starten av mätvärdesinsamlingen); sekunder; 1 sekund; avstånd (från CBR till föremålet); meter; 1 meter.
2. Skärningspunkten med y-axeln representerar startavståndet.
3. Varierar från elev till elev.
4. Bakåt (öka avståndet mellan CBR och föremålet).
5. Framåt (minska avståndet mellan CBR 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 Δy för varje linjesegment.

Mätvärdesinsamling

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

Tips: Maximiavståndet för en graf är 4 meter från CBR. Minimiavståndet är 0,5 meter. Kontrollera att ingenting störande finns i *det fria området* (se sidan 7).



- 2 Kör RANGER-programmet (se sidan 5 för räknarnas olika tangentsekvenser).
- 3 Välj APPLICATIONS från MAIN MENU och sedan METERS.
- 4 Välj DISTANCE MATCH från menyn APPLICATIONS. Allmänna anvisningar visas. DISTANCE MATCH sköter automatiskt om alla relevanta inställningar.
- 5 Tryck **ENTER** för att ta fram grafen som ska matchas. Studera grafen en stund. **Besvara frågorna 1 och 2 på arbetsbladet.**
- 6 Placera dig själv där du tror att grafen börjar. Påbörja mätvärdesinsamlingen genom att trycka på **ENTER**. Du hör ett klickande ljud och ser den gröna lampan blinka när mätvärdena samlas in.
- 7 Gå bakåt och framåt och försök att matcha grafen. Din position plottas i graffönstret.
- 8 När insamlingen är klar kontrollerar du hur väl dina rörelser överensstämmer med grafen. **Besvara sedan fråga 3.**
- 9 Tryck **ENTER** för att ta fram menyn OPTIONS och välj SAME MATCH. Försök att förbättra din rörelseteknik och **besvara sedan frågorna 4, 5 och 6.**

Laborationer

I DISTANCE MATCH består alla grafer av tre raklinjesegment.

- 1 Ta fram menyn OPTIONS med **[ENTER]** och välj sedan NEW MATCH. 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 **[ENTER]**, och försök att matcha grafen.
- 4 När mätvärdesinsamlingen är klar *besvarar du frågorna 11 och 12*.
- 5 Ta fram menyn OPTIONS med **[ENTER]** och välj sedan NEW MATCH.
- 6 Studera grafen och *besvara frågorna 13, 14 och 15*.
- 7 Ta fram menyn OPTIONS med **[ENTER]**. Upprepa övningen om det behövs eller återvänd till MAIN MENU och välj QUIT för att avsluta RANGER-programmet.

Avancerade laborationer

Graferna som genereras av DISTANCE MATCH är alla raka linjer. Försök nu använda VELOCITY MATCH där du måste matcha en graf som motsvarar förhållandet hastighet–tid. Den här övningen är svår!

MATCH är ett populärt program. Ytterligare versioner som undersöker mer komplicerade grafer kan finnas tillgängliga (se sidan 36).

Övning 1—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 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? _____

Begrepp

Studerad funktion: linjär.

Rörelsen hos en motorförsedd leksaksbil används för att illustrera begreppet konstant hastighet.

Utrustning

- ✓ räknare
- ✓ CBR
- ✓ räknare-CBR kabel
- ✓ batteridrivna leksaksbil
- ✓ TI ViewScreen (valfritt)

Tips

Leksaksbilar varierar i storlek, form och reflektionsvinklar för det infallande ultraljudet. Därför kan kvaliteten på graferna komma att variera. Vissa leksaksbilar kan kräva en extra reflektionsyta för att uppnå goda resultat. Försök t ex med att montera en pappskiva på leksaksbilen så att den blir ett bra mål för sensorn.

Du kan vilja pröva med flera olika leksaksbilar för att eleverna ska kunna studera resultaten.

Långsamma leksaksbilar (t ex de som är avsedda för mindre barn) passar bäst för denna övning. Försök hitta en leksaksbil som tycks hålla konstant hastighet.

Se sidorna 6–12 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Laborationer

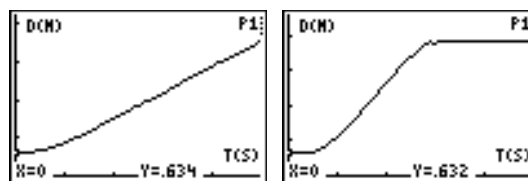
Lutningen på en graf avbildande avstånd–tid för ett föremål vid en viss tidpunkt ger föremålets hastighet vid det tillfället. Det betyder att graflutningen för ett föremål som färdas med konstant hastighet också är konstant. Det är anledningen till att grafen avstånd–tid uppvisar ett linjärt förhållande.

Om du startar mätvärdesinsamlingen innan bilen börjat röra sig kommer du att märka att grafen inte är linjär i början. Det beror på att bilen startar från viloläge ($v = 0$), och att den inte kan uppnå konstant hastighet momentant. Accelerationen ges av:

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

För att ett föremål momentant ska uppnå konstant hastighet från viloläge $\Delta t = 0$, krävs oändlig acceleration vilket är fysikaliskt omöjligt. (Newtons andra lag, $F = ma$, säger att oändlig acceleration endast kan uppnås med oändlig kraft, vilket är lika omöjligt). Det betyder att föremålet först måste accelerera (öka hastigheten) till sin konstanta hastighet under en begränsad tidsperiod.

Typiska diagram



Typiska svar

1. Det första eller sista diagrammet; avståndet ökar i konstant takt.
2. Eleverna matar in värden från TRACE.
3. Avståndet ökar med ett konstant värde.
4. Eftersom hastighet är avståndsändringen per tidsenhet är avståndsändringarna lika stora.
5. Eleverna bör få värden som överensstämmer med värdena som räknats fram för k .
Värdet överensstämmer med k
 k representerar leksaksbilens hastighet.
6. m utgör skärningen med y-axeln; exempel:
 $y = 2x + 0$.
7. Varierar; t ex om $k = 2$, avstånd (y) = 20 meter efter 10 sekunder ($y = 2 \times 10 + 0$); för 1 minut är $y = 120$ meter.

Avancerade laborationer

Lutningen för grafen hastighet–tid vid konstant hastighet är noll. Därför uppvisar grafen acceleration–tid $a = 0$ (i idealfallet) under den tidsperiod då hastigheten är konstant.

Arean som bildas under grafen utgör föremålets avvikelse (den totala förflyttningen) under tidsintervallet t_1 till t_2 .

För matematikelever på D-nivå kan förflyttningen härledas ur:

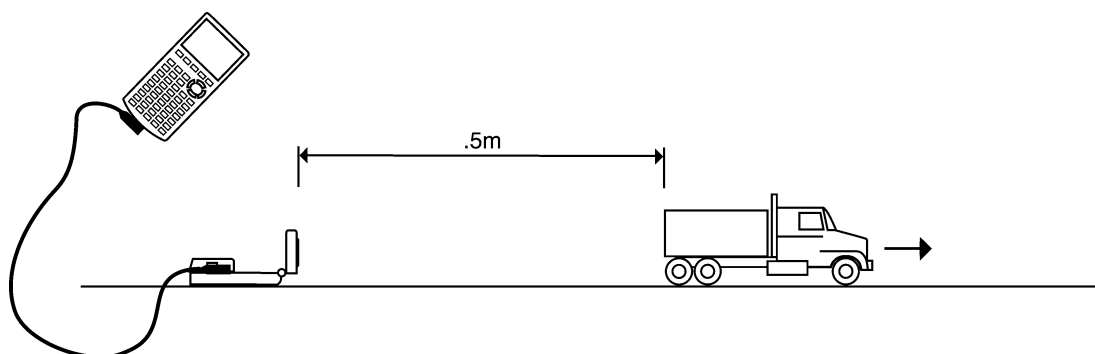
$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

där s är föremålets förflyttning i intervallet t_1 till t_2 .

Mätvärdesinsamling

- 1 Placera leksaksbilen minst 0,5 meter från CBR med färdriktningen vänd bort från CBR i en rak linje.

Tips: Rikta sensorn rakt mot leksaksbilen och förvissa dig om att det inte finns något i *det fria området* (se sidan 7).



- 2 Innan du startar mätvärdesinsamlingen ska du **besvara fråga 1 på arbetsbladet**.
- 3 Kör RANGER-programmet (se sidan 5 för räknarnas olika tangentsekvenser).
- 4 Välj SETUP/SAMPLE från MAIN MENU. I den här övningen ska du ha följande inställningar:

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

Information om hur du ändrar inställningarna finns på sidan 38.

- 5 Välj START NOW.
- 6 Tryck **[ENTER]** när du vill starta. Starta bilen och flytta dig snabbt ut ur *det fria området*. När mätvärdena samlas in hörs ett klickande ljud och meddelandet TRANSFERRING... visas på räknaren.
- 7 När mätvärdesinsamlingen är klar visar räknaren automatiskt en graf för avstånd-tid utifrån mätvärdena.
- 8 Jämför grafen med vad du angivit på arbetsbladet som **svår 1** och notera likheter och skillnader.

Laborationer

- ❶ Värdena för x (tid) i halvsekundsintervall finns i tabellens första kolumn i fråga 2 på arbetsbladet. **Följ grafen och ange motsvarande y -värden (avstånd) i den andra kolumnen.** **Anm:** Ta med resultaten från de linjära delarna av grafen. Du kan behöva ignorera avvikande mätvärden i början av mätvärdesinsamlingen. Du kan också komma att behöva uppskatta avståndet (räknaren kan ange ett avstånd för tidsvärdet 0,957 eller 1,01 sekunder istället för 1 sekund exakt). Ta det som ligger närmast eller gissa så gott du kan.
- ❷ **Besvara frågorna 3 och 4.**
- ❸ Beräkna förändringarna för avstånd och tid mellan varje mätpunkt för att komplettera den tredje och fjärde kolumnen i tabellen i fråga 2. För att t ex beräkna Δ Avstånd (meter) för 1,5 sekunder, drar du bort avståndsvärdet vid 1 sekund från avståndsvärdet vid 1,5 sekunder.
- ❹ Funktionen som åskådliggör denna övning har följande utseende: $y=kx+m$ Där k utgör linjens lutning och beräknas enligt:

$$\frac{\Delta \text{avstånd}}{\Delta \text{tid}} \text{ eller } \frac{\text{avstånd}_2 - \text{avstånd}_1}{\text{tid}_2 - \text{tid}_1} \text{ eller } \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Skärningspunkten med y -axeln representeras av m

Beräkna k för varje punkt. **För in värdena i tabellen i fråga 2.**

- ❺ **Besvara frågorna 5, 6 och 7.**

Avancerade laborationer

Genom att beräkna lutningen för en graf som avbildar avstånd–tid vid en bestämd tidpunkt erhålls föremålets ungefärliga hastighet vid denna tidpunkt. Genom att beräkna lutningen för en graf som avbildar hastighet–tid erhålls föremålets ungefärliga acceleration vid den aktuella tidpunkten. Om hastigheten är konstant vad blir då accelerationen?

Förutsäg hur grafen acceleration–tid för grafen avstånd–tid kommer att se ut.

Räkna ut arean mellan grafen hastighet–tid och x -axeln mellan två fritt valda tidpunkter, t_1 och t_2 . Detta kan göras genom addition av en eller flera rektanglar som var och en har en area som beräknas enligt:

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

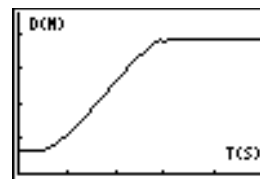
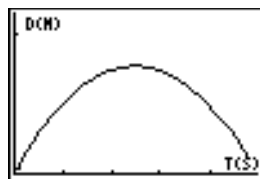
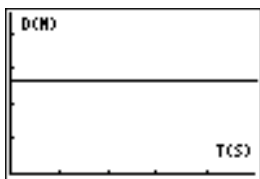
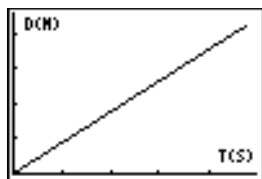
Vad representerar den uträknade arean?

Övning 2—Leksaksbil

Namn _____

Mätvärdesinsamling

1. Vilket av dessa diagram tror du bäst motsvarar diagrammet *avstånd-tid* för leksaksbilen?



Varför? _____

2.

Tid	Avstånd	Δ Avstånd	Δ Tid	m
1,0		xxx	xxx	xxx
1,5				
2,0				
2,5				
3,0				
3,5				
4,0				
4,5				
5,0				

3. Vad är att notera med avståndsvärdena? _____

4. Hur utvisar dessa värden att leksaksbilen hastighet är konstant? _____

5. Beräkna Δ avstånd/ Δ tid mellan Tid = 2 och Tid = 4. _____

Vad är att märka med resultatet? _____

Vad representerar k ? _____

6. För den linjära ekvationen $y=kx+m$, vad är värdet för m ? _____

Skriv linjens ekvation på formen $y=kx+m$, använd värdena för k och m . _____

7. Hur långt har leksaksbilen hunnit på 10 sekunder? _____

Och på 1 minut? _____

Begrepp

Studerad funktion: sinusformad.

I den här övningen undersöks en enkel harmonisk rörelse genom observation av en svängandependel.

Utrustning

- ✓ räknare
- ✓ CBR
- ✓ räknare-CBR kabel
- ✓ fästansordning
- ✓ stoppur
- ✓ pendel
- ✓ metermått
- ✓ TI ViewScreen (valfritt)

Förslag till vikter:

- bollar av olika storlekar (≥ 5 cm i diameter)
- läskedrycksburkar (tomma och fyllda)
- fyllda påsar

Tips

Se sidorna 6–12 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Fysikaliska anknytning

Ett föremål som befinner sig i periodisk rörelse som ett resultat av en återförande kraft som är proportionell mot dess avvikelse från jämviktsläget (viloläge) sägs uppvisa enkel harmonisk rörelse. Enkel harmonisk rörelse kan uttryckas med två kvantiteter:

- Periodtiden T är tiden för en fullständig svängning.
- Amplituden A är föremålets maximala avvikelse från jämviktsläget (föremålets viloläge).

För en enkel pendel ges periodtiden T av:

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

där L är pendelns längd och g är tyngdaccelerationen. T är inte beroende av föremålets massa eller dess amplitud.

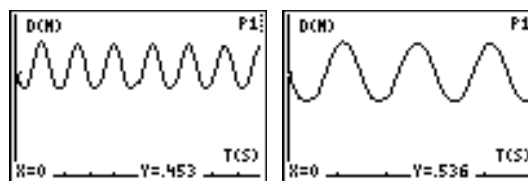
Frekvensen f (antalet fullständiga svängningar per sekund) kan härledas ur:

$$f = \frac{1}{T}$$

där f uttrycks i hertz (Hz) och T i sekunder.

Derivatan av en sinusformad graf är också sinusformad. Lagg märke till fasrelationen mellan viktens position och dess hastighet.

Typiska diagram



Typiska svar

1. Varierar (anges i meter)
2. Varierar (anges i meter)
3. Varierar (anges i sekunder); T (en period) = totaltiden för 10 perioder/10; ett medel för ett större antal värden har en benägenhet att minimera mätfel.
4. Den totala båglängden, vilken bör vara cirka fyra gånger längre än svaret på fråga 2 eftersom bågen är längre än en rak linje.
5. Sinusformad, repetitiv, periodisk; avståndet från x-axeln till jämviktspositionen.
6. Varje cykel breder ut sig horisontellt; en graf som är 10 sekunder lång måste rymma fler cykler i samma utrymme i graffönstret, vilket gör att cyklerna ligger tätare.
7. (Det totala antalet cykler)/(5 sekunder) = cykler/sekund; det är lättare att studera hela cykler och färre mätfel tas med.
8. $f = 1/T$, där T är tiden för 1 period.
9. Periodtiden ökar; periodtiden minskar.
(Pendelns längd står i direkt relation till periodtiden, ju längre pendel desto längre periodtid. Eleverna kan studera detta förhållande med hjälp av räknarens listeditor och då beräkna periodtiden för olika längder på L .)
10. A (amplitud) = $\frac{1}{4}$ av avståndet som pendeln färdas under 1 period.
11. Båda är sinusformade; skillnaderna är amplituden och fasan.
12. I jämviktsläget.
13. När positionen = maximi- eller minimivärdet (när vikten befinner sig längst ifrån jämviktsläget).
14. Ingenting förändras. T påverkas endast av L och g , inte av massan.

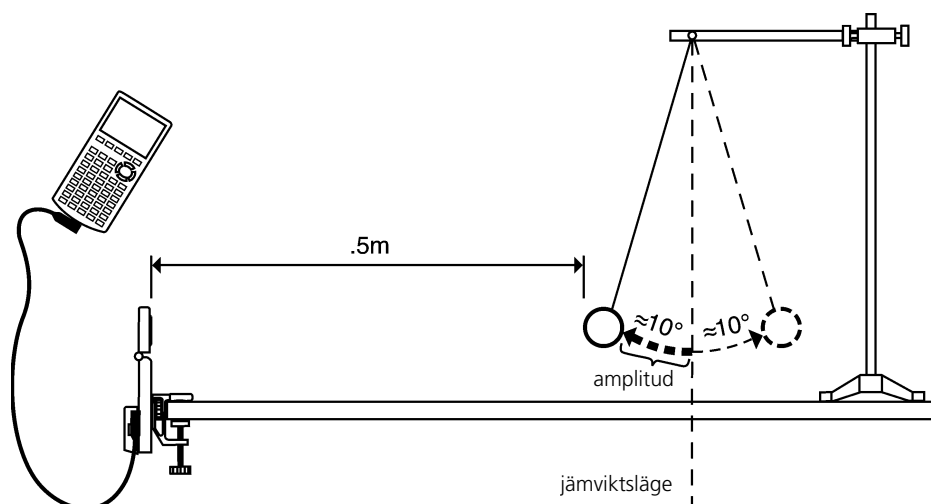
Avancerade laborationer

Mätvärdesinsamling: graferna för L2 och L3 ger tillsammans en ellips.

Mätvärdesinsamling

- 1 Iordningsställ pendeln. Anpassa pendeln så att den rör sig i linje med CBR.

Tips: Placera CBR minst 0,5 meter från viktens närmaste position under pendlingen. Se till att ingenting är i vägen i *det fria området* (se sidan 7).



- 2 Mät avståndet mellan CBR och jämviktsläget med ett metermått. **Besvara fråga 1 på arbetsbladet.**
Mät hur långt bort från jämviktsläget du kommer att föra vikten. **Besvara fråga 2.**
- 3 En fullständig svängning (en *period*) består av en hel pendling fram och tillbaka. Ta tiden för tio fullständiga svängningar med stoppuret. **Besvara frågorna 3 och 4.**
- 4 Kör RANGER-programmet (se sidan 5 för räknarnas olika tangentsekvenser). Ett effektivt sätt är att låta en person starta pendeln och en annan sköter räknaren och CBR. Välj SETUP/SAMPLE från MAIN MENU.
- 5 Ta fram inställningarna med **[ENTER]**. I den här övningen ska du ha följande inställningar:

REALTIME:	NO
TIME (S):	10 SECONDS
DISPLAY:	DISTANCE
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	LIGHT
UNITS:	METERS
- 6 Information om hur du ändrar inställningarna finns på sidan 38. När de är korrekta väljer du START NOW.
- 7 Tryck **[ENTER]** när du är klar att starta. När mätvärdena samlas in hörs ett klickande ljud och meddelandet TRANSFERRING... visas på räknaren.
- 8 När insamlingen är klar visar räknaren automatiskt en graf för avstånd–tid utifrån de insamlade värdena. **Besvara fråga 5.**

Laborationer**Mätvärdesinsamling 2**

Välj SETUP/SAMPLE från MAIN MENU. På bilden SETUP ändrar du tiden från 10 till 5 sekunder. Upprepa mätvärdesinsamlingen. Studera grafen. **Besvara frågorna 6 och 7.**

Den storhet som du har valt (svängningar per sekund) kallas **frekvens**. Även om du har beräknat frekvensen i fråga 7 utifrån grafen, så kan den härledas matematiskt ur:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{där } T \text{ är periodtiden i sekunder och } f \text{ är frekvensen i hertz (Hz).}$$

Besvara fråga 8.

Mätvärdesinsamling 3 och 4

Upprepa 5-sekundersinsamlingen två eller flera gånger. Förkorta först pendeln. Förläng sedan pendeln. Studera graferna och **besvara fråga 9.**

En annan viktig avståndsfaktor som påverkar pendelns rörelse är **amplituden**. Svaret på fråga 2 var amplitud för den pendelsvängningen. **Besvara fråga 10.**

Avancerade laborationer**Mätvärdesinsamling 5**

Välj VELOCITY-TIME från PLOT MENU. **Besvara frågorna 11, 12 och 13.**

Mätvärdesinsamling 6

Upprepa insamlingen med avsevärt lättare eller tyngre vikt och **besvara sedan fråga 14.**

Ta reda på förhållandet avstånd–tid för pendelrörelsen med hjälp av en sinusfunktion, $S = A \sin (wt + \delta)$, där S är den momentana positionen, A är amplituden, w är frekvensen, δ är fasvinkeln och t är tiden. Frekvensen, w , beror av periodtiden, T , på följande sätt: $w = 2\pi/T$.

Ange ekvationen i Y= editorn med de beräknade värdena för A och w . Samtidigt tar du fram en graf för den här funktionen och punktdiagrammet för L1 (tid) och L2 (avstånd). Justera värdena för A , w och δ tills en bra överensstämmelse uppnås. På TI-83 och TI-86 använder du sinusregressionen för att ta fram värdena.

Studera förhållandet mellan position och hastighet genom att ta fram en graf för L2 (avstånd) och L3 (hastighet). Hur tror du grafen kommer att se ut? Jämför resultatet med din egen förutsägelse.

Övning 3—Pendel

Namn _____

Mätvärdesinsamling

1. Vad är avståndet mellan CBR och jämviktsläget? _____
2. Hur långt kommer pendeln att dras från jämviktsläget? _____
3. Hur lång tid tog tio perioder? _____
Beräkna hur lång tid (i sekunder) en period är. _____
Vad är fördelen med att ta tiden för tio hela perioder istället för en? _____
4. Uppskatta avståndet som pendeln färdas under en fullständig svängning utifrån svaret i fråga 2.

Varför är detta värde mindre än det faktiska avståndet pendeln färdas under en cykel? _____
5. Vad är att märka med grafens form? _____
Hur representeras värdet från fråga 1 i grafen? _____

Laborationer

6. Hur förändras grafens utseende? Varför? _____

7. Beräkna, utifrån grafens värden, antalet svängningar per sekund. _____
Varför är det enklare att bestämma detta utifrån den andra grafen (5 sekunder) än den första (10 sekunder)?

8. Beräkna frekvensen hos svängningen med hjälp av ekvationen. _____
9. Hur påverkas periodtiden om pendeln förkortas? _____
Hur påverkas periodtiden om pendeln förlängs? _____
10. Hur förhåller sig pendelsvängningens amplitud till avståndet som pendeln färdas under en period?

Avancerade laborationer

11. Jämför grafen för avstånd–tid med den för hastighet–tid. Anteckna likheter och skillnader. _____

12. I vilken position har vikten maximal hastighet? _____
13. I vilken position har vikten minimal hastighet? _____
14. Hur påverkas grafen om pendels vikt förändras? Varför? _____

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
- ✓ CBR
- ✓ räknare-CBR kabel
- ✓ stor boll (20 cm)
- ✓ TI ViewScreen (valfritt)

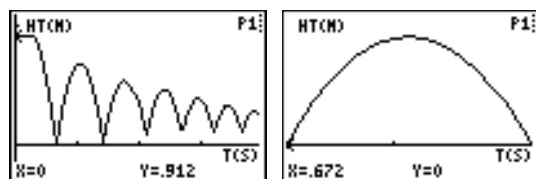
Tips

Den här övningen fungerar bäst om två elever samarbetar, en som håller bollen och en annan som trycker på **TRIGGER**.

Se sidorna 6–12 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Grafen ska se ut som en studsande boll. Om den inte gör det upprepas mätvärdesinsamlingen med CBR nogga 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/sekund². Minustecknet anger att accelerationen är nedåtriktad.

Värdet för A är ungefär hälften av tyngdaccelerationen, eller $-4,9$ meter/sekund².

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 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, 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 kurvatur; 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 begynneshöjd minskar studshöjden exponentiellt för varje studs. När $x = 0$, $y = h$, så representerar skärningspunkten med y-axeln begynneshöjden.

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 passat in kurvan kan eleverna använda regressionsanalys för att hitta den funktion som bäst överensstämmer med mätvärdena. Välj en av studsarna med funktionerna PLOT TOOLS och SELECT DOMAIN. Välj sedan QUIT från MAIN MENU. Följ räknarens anvisningar för att utföra en kvadratisk regression för listorna L1 och L2.

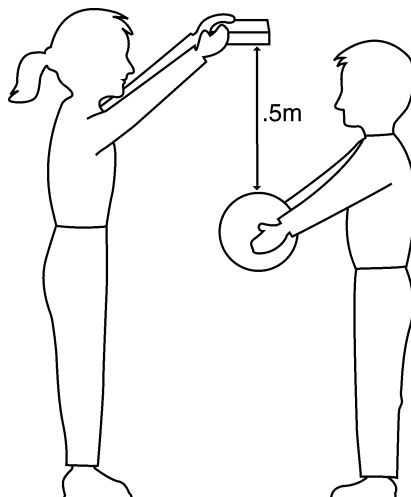
Fördjupning

Integrera arean under grafen hastighet–tid för att erhålla förflyttningen (färdad sträcka) under ett valfritt tidsintervall. Observera att avvikelser 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 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 RANGER-programmet (se sidan 5 för räknarnas olika tangentsekvenser).
- 3 Välj APPLICATIONS från MAIN MENU. Välj sedan METERS.
- 4 Välj BALL BOUNCE från menyn APPLICATIONS. Några allmänna anvisningar visas. BALL BOUNCE ställer automatiskt in inställningarna.
- 5 Håll bollen med utsträckt arm. Tryck **ENTER**. RANGER-programmet är nu i triggläge. I det här läget kan CBR kopplas loss från räknaren.
- 6 Tryck **TRIGGER**. När den gröna lampan börjar blinka släpper du bollen och tar ett steg tillbaka. (Om bollen studsar i sidled flyttar du dig för att bibehålla CBR rakt ovanför bollen, men var noga med att **inte** ändra höjden för CBR.)

Du hör ett klickande ljud när mätvärdena samlas in. Insamlade värden är tid och avstånd, och utifrån dessa beräknas värdena för hastighet och acceleration fram. Om CBR har kopplats loss återansluts den till räknaren när insamlingen är klar.
- 7 Tryck **ENTER**. (Om grafen inte ser bra ut upprepas mätvärdesinsamlingen.) 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.

- 1 Tryck **[ENTER]**. Välj PLOT TOOLS från PLOT MENU och sedan SELECT DOMAIN. Vi avser att välja den första studsens. Flytta markören till basen av studsens början och tryck **[ENTER]**. Flytta markören sedan till basen av studsens slut och tryck **[ENTER]**. Grafen ritas om och fokuseras på den markerade studsens.
- 2 Grafen är i läge TRACE. Bestäm studsens vändpunkt. **Besvara fråga 5** på arbetsbladet.
- 3 Återgå till PLOT MENU med **[ENTER]**. Välj MAIN MENU och sedan QUIT.
- 4 Formen av kurvans övre del för andragradsekvationen, $Y = A(X - H)^2 + K$, är lämplig för denna analys. Tryck **[Y=]**. Stäng av alla valda funktioner i Y= editorn. Ange andragradsekvationen: $Yn=A*(X-H)^2+K$.
- 5 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 .
- 6 Tryck **[GRAPH]** för att ta fram grafen. **Besvara frågorna 6 och 7.**
- 7 Försök med $A = 2, 0, -1$. **Fyll i den första delen av tabellen i fråga 8 och besvara sedan fråga 9.**
- 8 Välj dina egna värden för A tills du får en god överensstämmelse av grafen. **Registrera dina värden för A i tabellen i fråga 8.**
- 9 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 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 $A = 1$ den ursprungliga grafen? _____
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

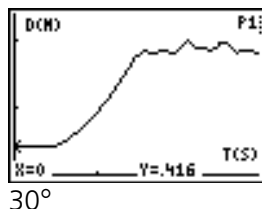
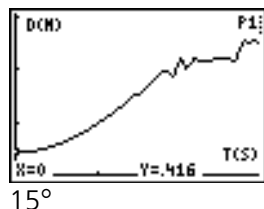
- ✓ räknare
- ✓ CBR
- ✓ räknare-CBR kabel
- ✓ fästansordning
- ✓ stor boll (20 cm)
- ✓ lång ramp (minst 2 meter — en lätt bräda fungerar utmärkt)
- ✓ gradskiva (för att mäta vinklar)
- ✓ böcker för att stötta rampen
- ✓ TI ViewScreen (valfritt)

Tips

Diskutera igenom hur rampens vinkel ska mätas. Låt eleverna vara kreativa här. De kan välja att göra en trigonometrisk beräkning, använda ett vikt papper eller en gradskiva.

Se sidorna 6–12 för tips om effektiv mätvärdesinsamling.

Typiska diagram



Typiska svar

1. Det tredje diagrammet.
2. Tid; sekunder; föremålets avstånd från CBR; 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 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.

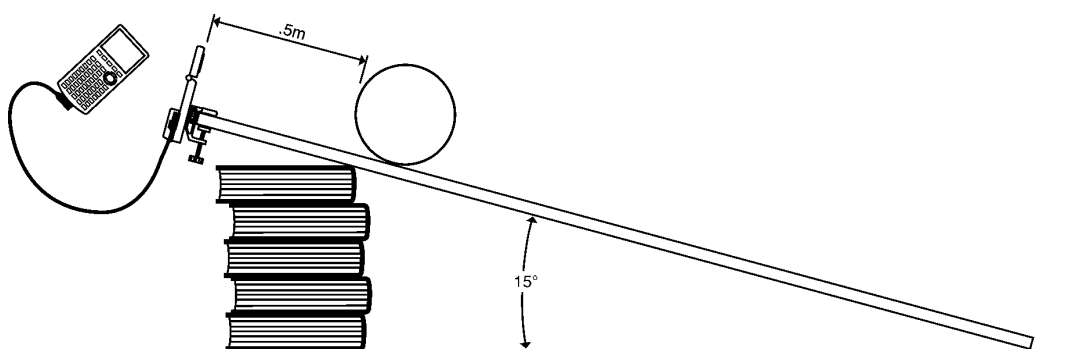
Om eleverna beräknar ekvationen $y = ax^2 + bx + c$ manuellt kan det vara nödvändigt att tipsa om värdena för b och c . Du kan även be dem att utföra en kvadratisk regression utifrån listorna L1 och L2 i deras räknare. Bollens acceleration beror på jordens gravitation. Det betyder att ju mer rampen lutar (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 θ .

Mätvärdesinsamling

- 1 **Besvara fråga 1 på arbetsbladet.** Arrangera rampen så att den har en lutning på 15° . Montera fästeanordningen på rampens övre kant. Koppla fast CBR på fästeanordningen. Öppna sensorhuvudet och rikta in det vinkelrätt mot rampen. Anslut räknaren till CBR.

Gör en markering på rampen 0,5 meter från CBR. Låt en elev hålla bollen på denna markering medan en annan elev håller i räknaren.

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



- 2 Kör RANGER-programmet (se sidan 5 för räknarnas olika tangentsekvenser). Välj SETUP/SAMPLE från MAIN MENU.
- 3 Ta fram inställningarna med **[ENTER]**. I den här övningen ska du ha följande inställningar:

```

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

Information om hur du ändrar inställningarna finns på sidan 38.

- 4 När inställningarna är gjorda väljer du START NOW. Starta mätvärdesinsamlingen med **[ENTER]**.
- 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 och 3.**
- 7 Ta fram PLOT MENU med **[ENTER]**. Välj PLOT TOOLS och sedan SELECT DOMAIN. Flytta markören till den punkt där bollen släpptes och tryck på **[ENTER]**. Flytta markören till den punkt där bollen nådde rampens ände och tryck på **[ENTER]**. Grafen ritas om och fokuseras på den delen av mätvärdesinsamlingen som motsvarar bollens rullande nedför rampen. **Besvara frågorna 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)→A:L1-A→L1.

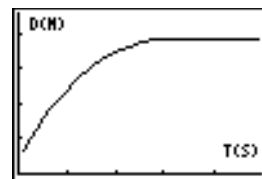
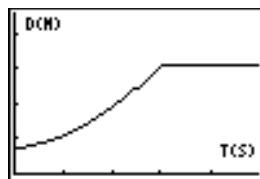
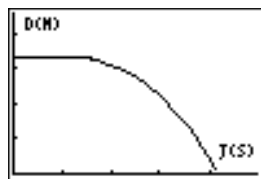
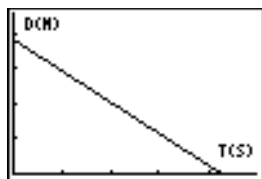
- 1 Beräkna värdena för a , b och c för alla kurvorna på formen $y = ax^2 + bx + c$ vid 0° , 15° , 30° , 45° , 60° och 90° .
- 2 Vad är maximi- och minimivärdet för a ? Varför?
- 3 Skriv ett uttryck som beskriver det matematiska förhållandet mellan a och lutningsvinkeln.

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?



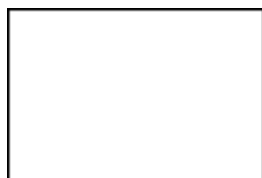
2. Vilken fysikalisk storhet representeras på x-axeln? _____

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.

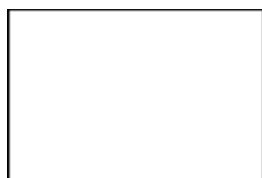


4. Vilken typ av funktion tror du att grafen representerar? _____

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?

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

CBR 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 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 kan eleverna utforska upprepbarheten 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 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 RANGER-programmet blir du påmind om listorna i vilka REALTIME=NO-värden för tid, avstånd, hastighet och acceleration finns lagrade.

CBR-grafer — koppla samman verklighet och matematik

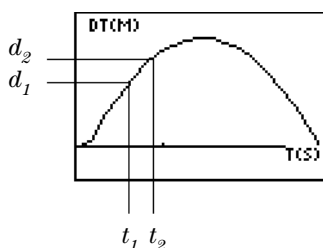
Graferna som genereras från mätvärden som RANGER samlat in utgör visuella representationer av sambandet mellan fysiska och matematiska rörelsebeskrivningar. Eleverna bör uppmuntras att betrakta, analysera och diskutera grafens form både i fysiska och matematiska termer. Ytterligare förståelse och nya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

- En graf *avstånd-tid* representerar ett föremåls ungefärliga position (avstånd från CBR) 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) 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) vid varje tidpunkt som ett mätvärde samlas in. Enheten för y-axeln är meter/sekund² 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 magnitud men ingen riktningbestämning, t ex "2 meter per sekund". *Hastighet* är egentligen en *vektorkvantitet* som både har riktningangivelse och magnitud, t ex "2 meter per sekund norrut".

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

CBR 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-linjen visas hastigheten noll.

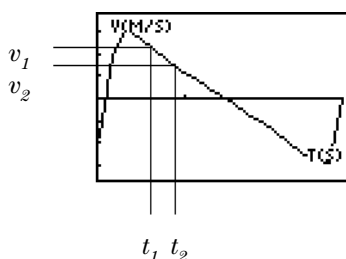
Matematiken för avstånd, hastighet och acceleration



Avstånd-tid diagram

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

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



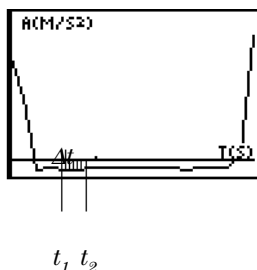
Hastighet-tid diagram

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

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

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).

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



Acceleration-tid diagram

Web-sideresurser

På web-sidan, <http://www.ti.com/calc>, finns:

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

Ytterligare resurser

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

CBR-värdena lagras i listor

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

När CBR samlar in mätvärden överförs dessa automatiskt till räknaren och lagras i listor. Varje gång RANGER-programmet 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.

I läge REALTIME=YES beräknas och överförs endast värdena för den begärda grafen (avstånd, hastighet eller acceleration). I REALTIME=NO beräknas och överförs alla värden.

I lista L5 lagras inställningarna

Bilden RANGER SETUP gör det enkelt att ändra de CBR-parametrar som används oftast (se sidan 38).

När RANGER-programmet överförs från CBR ersätts L5 automatiskt med en ny lista som innehåller standardvärdena.

Ytterligare information om programmeringskommandon som ändrar andra inställningar finns på sidorna 40–41.

Användning av listorna

Listorna raderas inte när RANGER-programmet avslutas. De kan användas för vidare grafiska, statistiska och numeriska 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 mätvärden från en pendelrörelse med RANGER, avsluta RANGER och sedan plotta grafen hastighet–acceleration för att studera elliptiska funktioner. (Du kan behöva justera fönstret.)

RANGER-inställningar

Ändra RANGER-inställningarna

RANGER visar de inställningar som oftast används innan mätvärdesinsamlingen börjar.

- 1 Välj SETUP/SAMPLE från MAIN MENU i RANGER-programmet. De aktuella inställningarna visas. ▶ anger markörens placering.

MAIN MENU	START NOW
REALTIME:	→ YES <i>eller</i> NO
TIME (S):	→ TOTAL TIME = 1–99 SECONDS (REALTIME=NO <i>endast</i>)
DISPLAY:	→ DISTANCE, VELOCITY, <i>eller</i> ACCELERATION
BEGIN ON:	→ [ENTER], [TRIGGER], <i>eller</i> 10-SECOND DELAY
SMOOTHING:	→ NONE, LIGHT, MEDIUM, <i>eller</i> HEAVY
UNITS:	→ METERS <i>eller</i> FEET

- 2 Tryck eller för att ta fram inställningen som du vill ändra.
- 3 Tryck för att bläddra igenom tillgängliga alternativ. När önskat alternativ visas trycker du på för att gå vidare. Om du vill ändra TIME anger du en eller två siffror och trycker sedan på eller .
- 4 När alla inställningar är de önskade trycker du på eller tills markören befinner sig på START NOW.
 - Fortsätt genom att trycka på .
 - För att återgå till MAIN MENU trycker du på och sedan på .

De nya inställningarna blir kvar tills du väljer SET DEFAULTS, kör en tillämpning eller kör ett annat program som ändrar inställningarna. Om du gör ändringar i L5 utanför RANGER-programmet eller raderar L5, kan standardinställningarna återställas nästa gång RANGER körs.

Återställa RANGER-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.

- 1 Välj SET DEFAULTS från MAIN MENU i RANGER-programmet.
Inställningarna ändras till standardvärdena och bilden SETUP visas.
- 2 Om du vill ändra någon av standardinställningarna följer du ovanstående anvisningar.
- 3 Fortsätt genom att trycka på när markören befinner sig på START NOW.

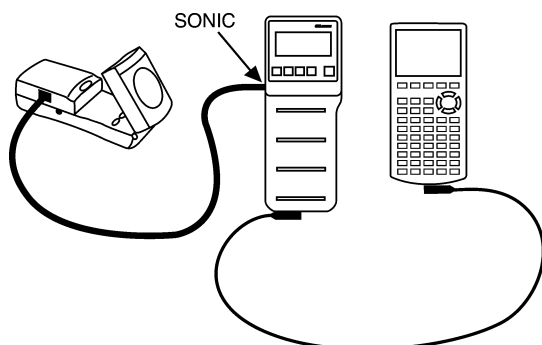
Övriga RANGER-inställningar

RANGER-programmet använder de inställningar som ändras oftast. Därtill finns det ett antal inställningar till i CBR. Ytterligare information om att ändra dessa inställningar med programmeringskommandon finns på sidorna 40–41.

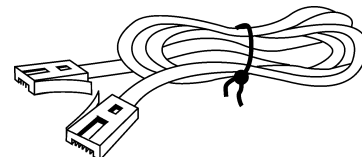
Använda CBR med CBL eller med CBL-program

Använda CBR som en konventionell rörelsedetektor med CBL

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



Specialkabeln som krävs för att ansluta CBR till CBL ingår.



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

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

Använda CBR med program skrivna för CBL

CBR kan användas med de flesta CBL-program som har skrivits uteslutande för rörelsedetektorer utan att några ändringar (eller endast smärre sådana) behöver göras i programmet.

Stoppa mätvärdesinsamlingen: Vissa CBL-program som använder mätvärdesinsamling med REALTIME=YES resulterar i att CBR fortsätter att sampla utan slut. För att stoppa mätvärdesinsamlingen när insamlingen är klar kan du då göra något av följande:

- Tryck på **TRIGGER** på CBR.
- Lägg till några satser i CBL-programmet som sänder kommandot {6,0} till CBR. Programsatsen måste ligga på en position då mätvärdena har överförts och visats. T ex:

```
{6,0}→L6:SEND L6
```

Stänga av ljudet: Om du vill stänga av ljudet lägger du till några satser i CBL-programmet som sänder kommandot {6,3} till CBR. Programsatsen måste ligga på en position innan datainsamlingen börjar. T ex:

```
{6,3}→L6:SEND L6
```

För att sätta på ljudet kör du bara RANGER-programmet.

Om problem uppstår: Om du kör ett CBL-program och CBR verkar ha hängt sig eller inte svarar kör du RANGER-programmet. Kontrollera web-sidan för TI-räknare (se sidan 36) där det kan finnas en uppdaterad version av CBL-programmet.

Programmeringskommandon

Command 0	Rensar och återställer systemet	{0}
Rensar allt. Återställer startstandardvärdena vid påslagning. Kanal 11 väljs automatiskt.		
Command 1	Rensar kanal	{1,0}
Rensar kanal		
Command 1	Kanal	{1,11,operation,post_processing,0,temperature_conversion}
<i>operation</i>		Resultat
0 (REALTIME=NO)		Rensar allt. Återställer startvärden.
1 (REALTIME=NO)		Meter
2 (REALTIME=NO)		Meter
3 (REALTIME=NO)		Fot
<i>operation</i>		Resultat
0 (REALTIME=YES)		Rensar allt. Återställer startvärden.
1 (REALTIME=YES)		Meter, CBR returnerar {avstånd, Δ tid}
2 (REALTIME=YES)		Meter, CBR returnerar {avstånd, Δ tid}
3 (REALTIME=YES)		Fot, CBR returnerar {avstånd, Δ tid}
4 (REALTIME=YES)		Meter, CBR returnerar {avstånd,hastighet, Δ tid}
5 (REALTIME=YES)		Fot, CBR returnerar {avstånd,hastighet, Δ tid}
6 (REALTIME=YES)		Meter, CBR returnerar {avstånd,hastighet,acceleration, Δ tid}
7 (REALTIME=YES)		Fot, CBR returnerar {avstånd,hastighet,acceleration, Δ tid}
<i>post_processing</i>		Resultat
0 (standardvärde)		Inget
1 (REALTIME=NO)		d/dt (första ordningens derivata)
2 (REALTIME=NO)		d ² /dt ² (andra ordningens derivata)
<i>temperature_conversion</i>		Resultat
0 (standardvärde)		Avaktiverar temperaturkompensation.
1		Aktiverar temperaturkompensation.
Command 2	Datatyp	{2,data_type,0,0,0,0,0,0}
<i>data_type</i>		Resultat
1 (standardvärde)		Lista
Command 3	Insamling/Triggning	{3,sample_time,sample#,trigger,0,0,0,record_time,filter}
<i>sample_time</i>		Resultat
0.005–1500 (0.1)		Tid i sekunder mellan varje insamling.
0.0001–0.005		Avrundat till 0.005.
1500<x<16000		Avrundat till 1500.
<i>sample#</i>		Resultat
-1		Väljer datainsamlingsläge REALTIME=YES.
1–512 (REALTIME=NO)		Utför från 1 till 512 insamlingar.
<i>trigger</i>		Resultat
0		Påbörjar insamlingen utan triggning.
1 (standardvärde)		Påbörjar insamlingen med TRIGGER .
7		10 sekunders fördröjning innan insamlingen påbörjas.
<i>record_time</i>		Resultat
0 (standardvärde)		Inget.
1 (REALTIME=NO)		Absolut tid (startar vid tiden 0 och justerar sedan insamlingstiden).
2 (REALTIME=NO)		Relativ tid (startar vid tiden 0 och justerar sedan insamlingstiden).
<i>filter</i> (se "command 1", fältet "operation")		Resultat
0 (standardvärde)		Ingen filtrering.
1 (REALTIME=NO)		5-punkters Savitzky-Golay-utjämning.
2 (REALTIME=NO)		9-punkters Savitzky-Golay-utjämning.
3 (REALTIME=NO)		17-punkters Savitzky-Golay-utjämning.
4 (REALTIME=NO)		29-punkters Savitzky-Golay-utjämning.
5 (REALTIME=NO)		3-punkters mediantrimningsfilter.
6 (REALTIME=NO)		5-punkters mediantrimningsfilter.
7 (REALTIME=YES)		Lätt REALTIME=YES spårningsfilter.
8 (REALTIME=YES)		Medium REALTIME=YES spårningsfilter.
9 (REALTIME=YES)		Kraftigt REALTIME=YES spårningsfilter.

Programmeringskommandon (forts)

Command 4 Temperaturkompensation	{4,equation#,equation_type,temperature,units}
<p><i>equation#</i> 0 (standardvärde) 4</p> <p><i>equation_type</i> 0 (standardvärde) 13</p> <p><i>temperature</i> Tal med flytande komma</p> <p><i>units</i> 0 (standardvärde) 1 2 3 4</p>	<p>Resultat Rensar alla ekvationer. Väljer ekvation 4.</p> <p>Resultat Rensar ekvationen. Väljer temperaturkompensation.</p> <p>Resultat Ställer in aktuell temperatur.</p> <p>Resultat Inget (ignoreras av CBR). Sätter T-grader till Celsius. Sätter enhet till Fahrenheit. Sätter enhet till Celsius. Sätter enhet till Kelvin. Sätter enhet till Rankin där $R = F + 459.7$.</p>
Command 5 (REALTIME=NO) Datainställningar	{5,first_channel,data_select,data_begin,data_end}
<p><i>first_channel</i> 0 (standardvärde) 1, 2, 3, 11, 21 -1</p> <p><i>data_select</i> 0 1 2 3 4 5</p> <p><i>data_begin</i> 1-512</p> <p><i>data_end</i> 0-512</p>	<p>Resultat Väljer lägsta aktiva kanal. Anger ljudkanal. Registrerar tidslista.</p> <p>Resultat Filtredata {avstånd} Filtredata d/dt {hastighet} Filtredata d^2/dt^2 {acceleration} Rådata {avstånd} Rådata d/dt {hastighet} Rådata d^2/dt^2 {acceleration}</p> <p>Resultat Första dataelement för GET</p> <p>Resultat Sista dataelement för GET (0 = sista insamlingen)</p>
Command 6 Systemalternativ	{6,system_command[,operation]}
<p><i>system_command</i> 0 2 (standardvärde) 3 4 5 6</p> <p><i>operation</i> Tal med flytande komma 0-6</p>	<p>Resultat Stoppar insamling (för CBL-kompatibilitet). Stoppar insamling. Stänger av ljudet (ljudet på vid påslagning). Sätter på ljudet (ljudet på vid påslagning). Ställer in ID-nummer (<i>operation</i> krävs). Tillämpar nytt filter på tidigare data (<i>operation</i> krävs).</p> <p>Resultat ID-nummer på formen <i>n.mmmnn</i> (<i>system_command</i> = 5) Nytt filter för tidigare insamlade data (<i>system_command</i> = 6)</p>
Command 7 Statusbegäran	{7}
<p>Returernerar en lista med:</p> <p>10.rrrr 0-99 0-2 11 sample_time trigger_condition function post_processing filter samples recorded_time temperature piezo_flag system_state window_start window_end id_number</p>	<p>Enhetskod.ROM-version. Senaste felkod (0 = inget fel). Batteristatus (0 = OK; 1 = lågt under insamling; 2 = lågt hela tiden). Ljudkanalsidentifierare. Aktuellt insamlingsintervall i sekunder. Aktuellt triggalternativ. Aktuell kanalfunktion (1-9). Aktuellt efterbearbetningsalternativ (0-2). Aktuell filteringsnivå (0-9). Antal tillgängliga insamlingar; 0-512 REALTIME=NO; -1 REALTIME=YES Alternativ för registrerad tid (0-2). Temperatur används (°C) 0 = ljud av; 1 = ljud på 1 = ej inställd; 2 = aktiverad; 3 = triggad/samlar in; 4 = klar 0 = ännu inget "command 5"; 1-512 0 = använd elementantal; 1-512 6-siffrigt ID (standard 0.00000) sätts med command 6 <i>system_command</i> = 5)</p>

Batterityp

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

Batteriinstallation

Håll CBR uppochner och skjut batteriluckan mot baksidan av CBR med tummen. Stoppa i batterierna i enlighet med figuren som finns i batterifacket. 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 -. Sätt tillbaka locket. CBR är nu klar för att användas.

Varning för låg batterispänning

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

- RANGER-programmet visar ett varningsmeddelande i graffönstret under mätvärdesinsamlingen.
- Den röda lampan blinkar periodiskt under mätvärdesinsamlingen.

Batteristatus

Batterispänningen kan kontrolleras innan en mätvärdesinsamling påbörjas. Välj TOOLS från MAIN MENU och sedan CBR STATUS. Batteristatus OK eller REPLACE visas.

Viktig batteriinformation

- 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:
Svårigheter vid överföring av RANGER-programmet eller datainsamling.	Kontrollera att anslutningen räknare-CBR är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Kontrollera att batterierna är laddade (se sidan 42).
CBR börjar samla in data av sig själv.	Om du lägger CBR med knappen TRIGGER nedåt kan den tryckas in och därigenom aktivera insamlingen. Tryck på TRIGGER igen för att stoppa insamlingen. Innan du lägger undan CBR ska du avsluta RANGER-programmet (med QUIT). Detta gäller även andra CBR- eller CBL-program som eventuellt körs.
Meddelandet: LINK ERROR.	Anslut CBR till räknaren med räknare-CBR kabeln. Kontrollera att anslutningen räknare-CBR är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Om du inte vill (eller inte kan) ansluta CBR till räknaren trycker du på ON för att avbryta programmet och väljer sedan QUIT.
Otillräckligt med minne.	Det måste finnas tillräckligt med minne för RANGER-programmet och datalistorna. Programmet och listorna kräver cirka 17 500 byte. Ta bort program och/eller data som inte behövs.
Räknaren motsvarar inte övningarnas anvisningar.	Den här handboken gäller för alla TI-räknare som kan användas med CBR vilket betyder att vissa menyarnamn, bilder eller knappar inte heter samma sak som på din räknare. Välj det som ligger närmast. Om en instruktion t ex säger "Välj DISTANCE MATCH" ska du på en TI-83 välja "DIST MATCH".
Värdena ser felaktiga ut: <ul style="list-style-type: none"> ■ Punkter ligger utanför kurvan. ■ Hackiga grafer. ■ Plana grafer. ■ Brutna grafer. 	Upprepa insamlingen och kontrollera att CBR är riktad rakt mot föremålet. Läs sidorna 6–12 om hur du förbättrar datainsamlingen. Kontrollera att det fria området inte störs av elever, bord eller andra föremål. När två CBR-enheter används samtidigt i ett rum ska en insamlingen avslutas innan nästa påbörjas. Kontrollera att anslutningen räknare-CBR är korrekt. Tryck alltid in kabelns båda ändar helt och hållet. Kontrollera att batterierna är laddade (se sidan 42). Kontrollera att utjämningen inte är för kraftig eller svag.
CBR fungerar inte med en TI-85.	Kontrollera att det står "CBL" efter serienumret på räknarens undersida. Detta indikerar att den kan användas med CBL och CBR. TI-85 saknar funktioner för punktdiagram vilket betyder att vissa funktioner (t ex att använda TRACE på plottade värden) inte kan användas med TI-85.
Kabeln räknare-CBR har förlorats.	Det går att använda räknare-räknare kabeln som följer med räknaren. (Eftersom räknare-räknare kabeln är mycket kortare kan det vara bra att beställa en ny räknare-CBR kabel.)
Ofta låg batterispänning.	Innan du lägger undan CBR ska du avsluta RANGER-programmet (med QUIT). Detta gäller även andra CBR- eller CBL-program som eventuellt körs. Du ska även koppla loss CBR från räknaren.
Ingenting händer när du försöker köra RANGER-programmet.	Om du redigerar eller visar RANGER-programmet kan det ta upp till två minuter för räknaren att förbereda programmet för körningen nästa gång du startar det. Detta är normalt.
Felmeddelande: "Variable is locked or protected" (gäller endast TI-92)	Du måste frigöra variablerna L1, L2, L3, L4 och L5. Se i räknarens handbok.

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

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.

RANGER MAIN MENU

SETUP / SAMPLE

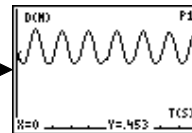
SET DEFAULTS

```

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

```

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



```

NO
YES
    
```

```

1-99
(REALTIME=NO)
    
```

```

DISTANCE
VELOCITY
ACCELERATION
    
```

```

[ENTER]
[TRIGGER]
DELAY
    
```

```

NONE
LIGHT
MEDIUM
HEAVY
    
```

```

METERS
FEET
    
```

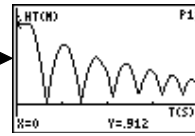
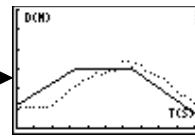
APPLICATIONS

```

UNITS
METERS
FEET
    
```

```

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



```

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

PLOT MENU

REALTIME=NO

REALTIME=YES

```

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

```

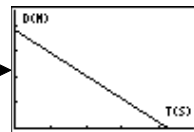
SHOW PLOT
SELECT DOMAIN
REPEAT SAMPLE
MAIN MENU
QUIT
    
```

```

PLOT TOOLS
SELECT DOMAIN
SMOOTH DATA
PLOT MENU
    
```

```

DATA SMOOTHING
LIGHT
MEDIUM
HEAVY
NONE
    
```



TOOLS

QUIT

```

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