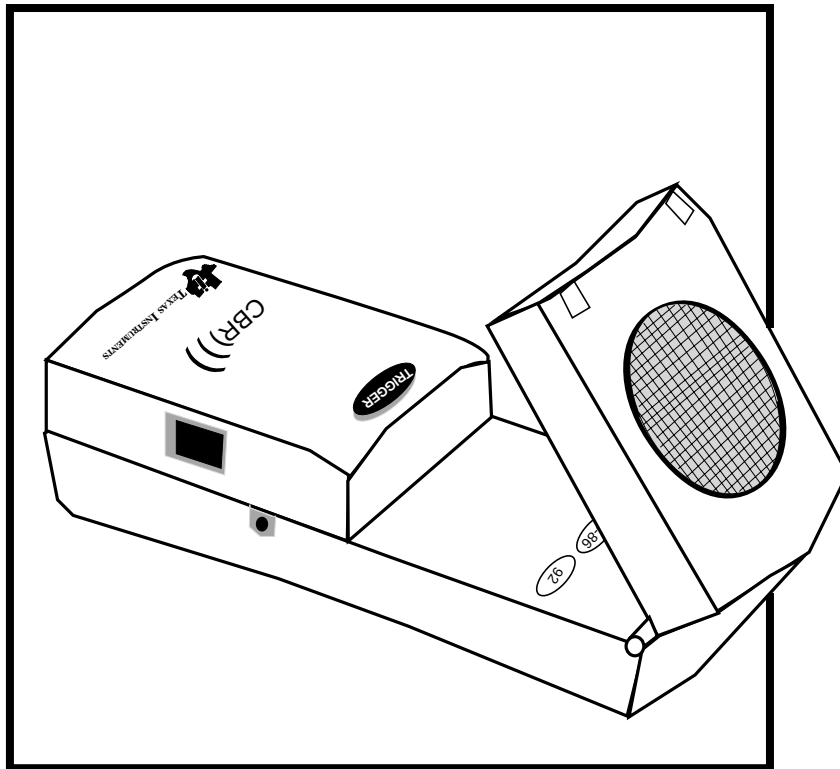


Texas Instruments

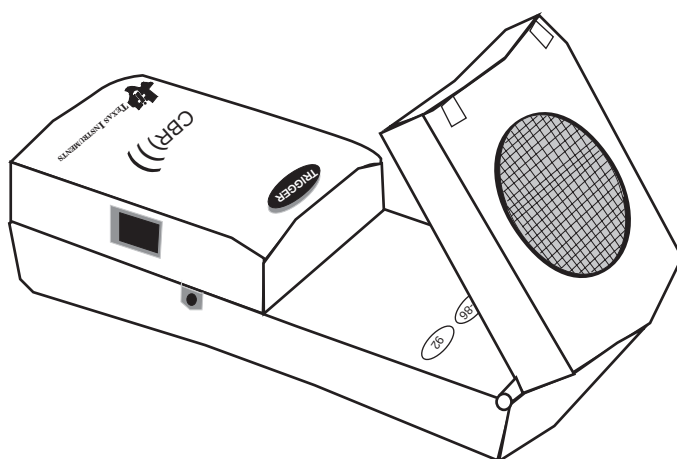


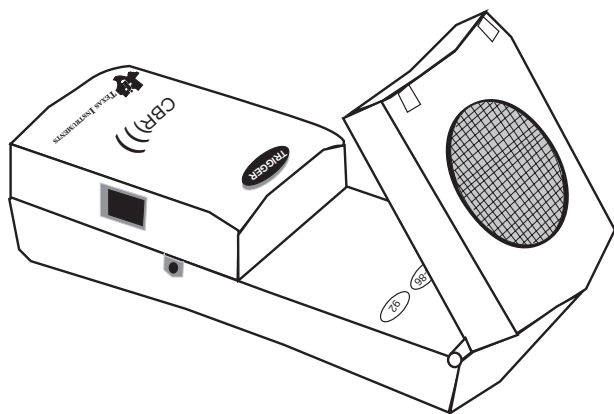
**Calculator-Based Ranger™
(CBR™)**

KOMME I GANG MED CBR™

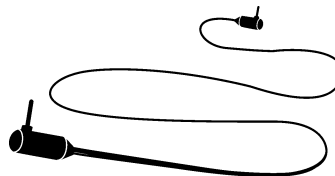
MED

5 ELEVØVELSER

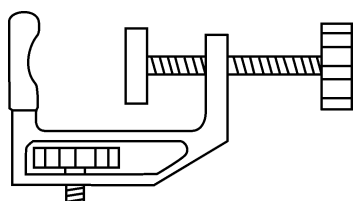




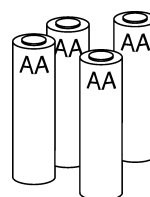
Kalkulatorbasert Ranger™ (CBR™)



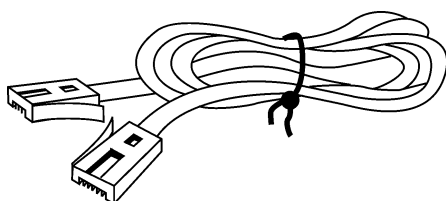
kalkulator-til-CBR-kabel



festeklemme



4 AA batterier



CBL-til-CBR-kabel

Viktig

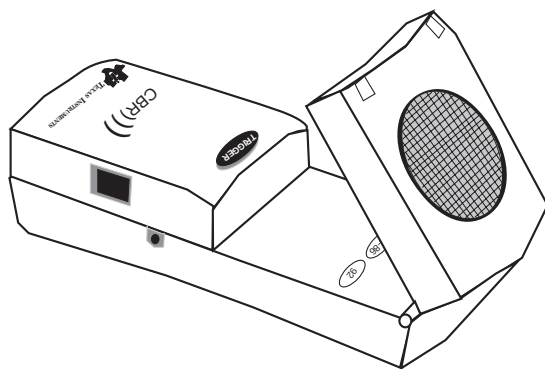
Texas Instruments gir ingen garantier, verken eksplisitt eller implisitt, heller ikke implisitte garantier for salgbarhet eller egnethet for et bestemt formål, for programmer eller dokumentasjon, og gjør dette materialet tilgjengelig bare i den tilstand det foreligger.

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

© 1997 Texas Instruments Incorporated.
Med enerett.

Lærere gis hermed tillatelse til å trykke opp eller kopiere de sider eller ark i dette verket som inneholder en melding om opphavsrett for Texas Instruments, i et egnet antall for bruk i klasserom, verksted eller seminarer. Disse sidene er beregnet på reproduksjon av lærere for bruk i klasser, kurs eller seminarer, men bare om hver side inneholder melding om opphavsrett. Slike kopier kan ikke selges, og videre distribusjon er eksplisitt forbudt. Med unntak av den bruk som angitt ovenfor, må det innhentes skriftlig tillatelse fra Texas Instruments Incorporated for reproduksjon eller overføring av dette materialet eller deler av det i noen annen form eller på noen annen elektronisk eller mekanisk måte, inkludert lagrings- eller gjenfinningssystemer, med mindre dette er eksplisitt tillatt i henhold til nasjonal opphavsrettslov. Henvendelser sendes til Texas Instruments Incorporated, PO Box 149149, Austin, TX, 78714-9149, M/S 2151, Attention: Contracts Manager.

Innholdsfortegnelse



Innledning

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

Øvelser med merknader til læreren og oppgaveark for elevene

 Øvelse 1 — Kopier grafen	lineær 13
 Øvelse 2 — Lekebil	lineær 17
 Øvelse 3 — Pendel	sinuskurve 21
 Øvelse 4 — Spretende ball	parabel 25
 Øvelse 5 — Rullende ball	parabel 29
Lærerveiledning	33

Teknisk informasjon

CBR-data lagres i lister	37
RANGER-innstillinger	38
Bruke CBR med CBL eller CBL-programmer	39
Programmeringskommandoer	40

Vedlikeholdsinformasjon

Batterier	42
Hvis det oppstår problemer	43
TI service og garanti	44

Menykart for RANGER	<i>på innsiden av bakre omslag</i>
---------------------	------------------------------------

Hva er CBR?

CBR™ (Calculator-Based Ranger™)

ultralyd bevegelsessensor
brukes med TI-82, TI-83, TI-85/CBL, TI-86 og TI-92
ta virkelig datainnsamling og dataanalyse med inn i klasserommet
lett å bruke, selvstendig enhet
krever ingen programmering

Inneholder programmet RANGER

det allsidige programmet RANGER er bare et tastetrykk unna
programmene MATCH og BOUNCING BALL er bygd inn i RANGER
primærparametere for datainnsamling er enkle å stille inn

Hva gjør CBR?

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

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

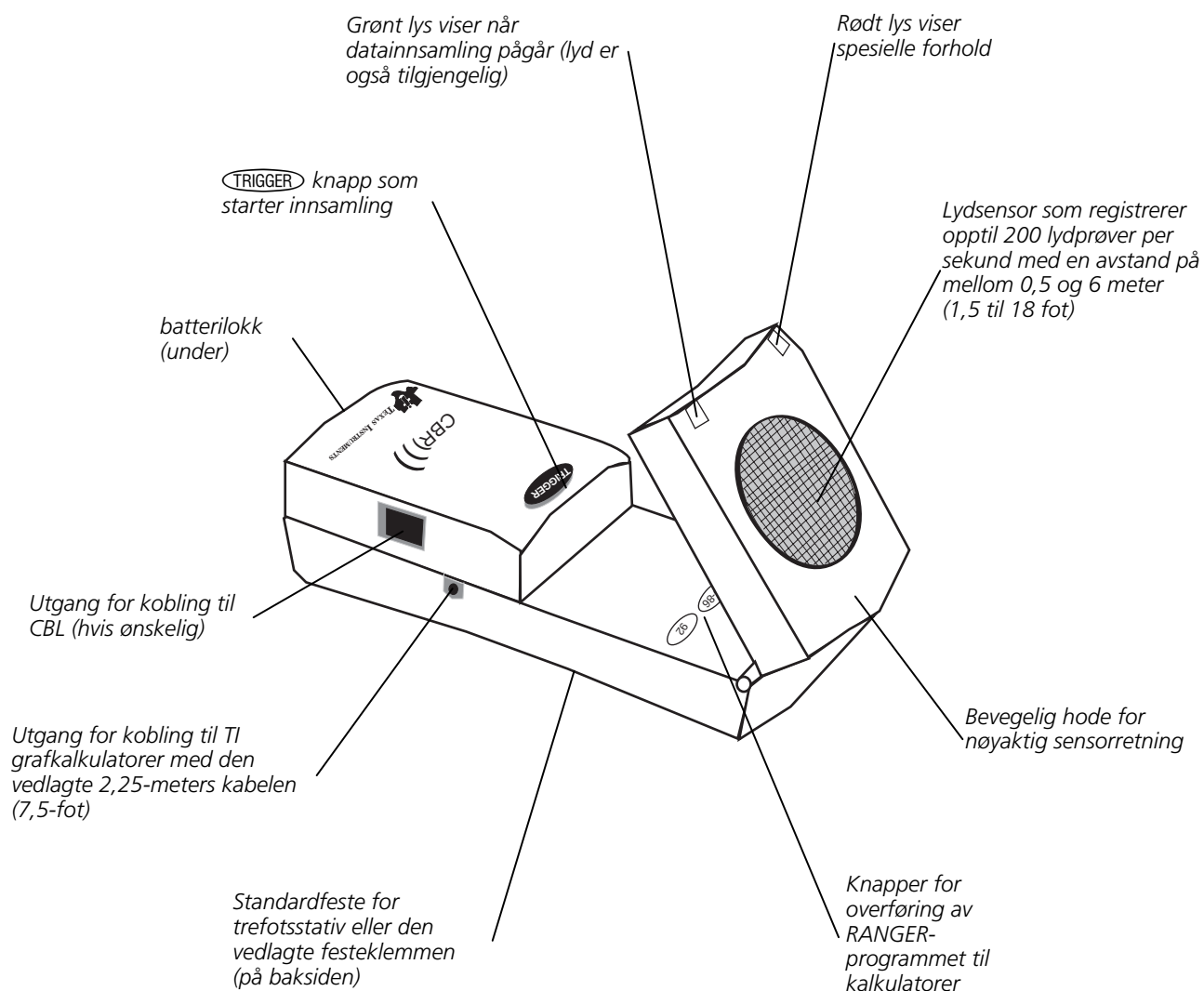
- bevegelse: *avstand, fart, akselerasjon*
- grafer: *koordinatakser, helling, skjæringspunkter*
- funksjoner: *lineær, kvadratisk, eksponentiell, sinuskurve*
- matematisk analyse: *differensialkvotienter, integraler*
- statistikk og dataanalyse: *datainnsamlingsmetoder, statistisk analyse*

Hva finner jeg i denne boken?

Komme i gang med CBR™ er utformet som en veiledning til lærere som ikke har særlig erfaring med bruk av kalkulatorer eller programmering. Den inneholder instruksjoner som får deg raskt i gang, hint om effektiv innsamling av data og fem elevøvelser som viser de grunnleggende funksjonene og egenskapene for bevegelse. Øvelsene (se side 13–32) inneholder:

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

Hva er CBR? (forts.)



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

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ■ ultralyd bevegelsessensor | ■ kalkulator-til-CBR-kabel | ■ festeklemme |
| ■ RANGER-program i CBR | ■ 4 AA-batterier | ■ 5 morsomme elevøvelser |

Komme i gang med CBR – på 1, 2, 3

Med CBR er du bare tre enkle trinn unna den første datainnsamlingen!

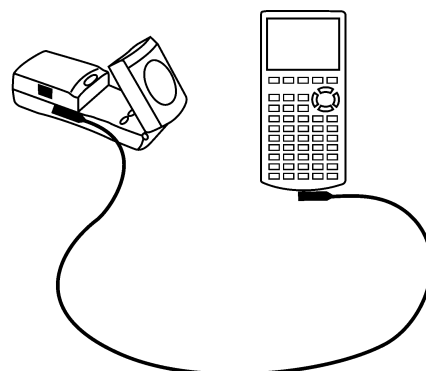
1

Koble

Koble CBR til en TI grafkalkulator med kalkulator-til-CBR-kabelen.

Trykk den **godt** inn i begge ender slik at kontakten sitter.

Merk: Den korte kalkulator-til-kalkulator-kabelen som følger med kalkulatoren, kan også brukes.



2

Overfør

RANGER, et eget program for hver kalkulator, ligger inne i CBR. Det er lett å overføre det riktige programmet fra CBR til en kalkulator.

Først gjør du klar kalkulatoren til å motta programmet (se tastekombinasjonene nedenfor).

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

Så åpner du det bevegelige hodet på CBR og trykker på den riktige overføringstasten på CBR.

82/83

85/86

92

Under overføringen viser kalkulatoren RECEIVING (unntatt TI-92). Når overføringen er fullført, blinker det grønne lyset på CBR én gang, CBR piper en gang, og kalkulatorskjermen viser DONE. Hvis det oppstår problemer, blinker det røde lyset på CBR to ganger og CBR piper to ganger.

Når du har overført RANGER-programmet fra CBR til en kalkulator, trenger du ikke å overføre det på nytt med mindre du sletter det fra minnet i kalkulatoren.

Merk: Programmet og dataene krever omtrent 17 500 byte minne. Du kan bli nødt til å slette andre programmer og data fra kalkulatoren. Du kan lagre programmer og data først ved å overføre dem til en datamaskin ved hjelp av TI-Graph Link™, eller til en annen kalkulator ved hjelp av en kalkulator-til-kalkulator-kabel eller kalkulator-til-CBR-kabelen (se håndboken for kalkulatoren).

3

Kjør

Kjør RANGER-programmet (se tastekombinasjonene nedenfor).

TI-82 or TI-83	TI-85/CBL or TI-86	TI-92
Trykk på PRGM . Velg RANGER. Trykk på ENTER .	Trykk på PRGM F1 . Velg RANGER. Trykk på ENTER .	Trykk på 2nd [VAR-LINK] . Velg RANGER. Trykk på] ENTER .

Vises åpningsskjermen.

Trykk på **ENTER**. MAIN MENU (hovedmenyen) vises.

MAIN MENU	
SETUP / SAMPLE	→ vis/endre innstillinger før innsamling
SET DEFAULTS	→ endre innstillinger tilbake til standard
APPLICATIONS	→ DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, BALL BOUNCE
PLOT MENU	→ plottevalg
TOOLS	→ GET CBR DATA, GET CALC DATA, STATUS, STOP/CLEAR
QUIT	

Velg SET DEFAULTS på MAIN MENU. Skjermen SETUP vises. Trykk på **ENTER** for å velge START NOW. Gjør klart alt du trenger til øvelsen, og trykk på **ENTER** for å begynne å samle inn data. Så enkelt er det!

Vis resultater raskt med én av elevøvelsene i denne boken!

Viktig informasjon

- Denne veiledningen gjelder alle grafkalkulatorer fra TI som kan brukes med CBR, så det kan hende at noen av menynavnene ikke stemmer helt overens med navnene på din kalkulator.
- Mens du gjør klart til øvelsene må du passe på at CBR er forsvarlig festet og at ingen kan snuble i ledningen.
- Gå alltid ut av RANGER-programmet ved hjelp av valget QUIT. RANGER-programmet stenger av CBR riktig og forsvarlig når du velger QUIT. Dette sikrer at CBR blir riktig initialisert neste gang du skal bruke den.
- Koble alltid kalkulatoren fra CBR før du legger den til side.

Hint for effektiv datainnsamling

Få bedre data

Hvordan fungerer CBR?

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

CBR måler, som alle andre ultralyd bevegelsessensorer, tidsintervallet fra utsending av ultralydsignalet til første ekko kommer tilbake, men CBR har også en innebygd mikroprosessor som gjør mye mer. Når dataene samles inn, beregner CBR avstanden fra objektet til CBR ved hjelp av lydhastighetsberegninger. Deretter beregner den første og andre derivat av avstandsdataene for å finne farts- og akselerasjonsdata. Disse målingene lagres i listene L1, L2, L3 og L4.

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

- 1 Samle inn eksempeldata i REALTIME=NO-modus. Gå ut av RANGER-programmet.
- 2 Bruk eksempeltidene i L1 sammen med avstandsdataene i L2 til å beregne farten på objektet ved hvert prøvetidspunkt. Sammenlign deretter resultatene med fartsdataene i L3.

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

- 3 Bruk fartsdataene i L3 (eller verdiene elevene har kommet fram til) sammen med eksempeltidene i L1 til å beregne akselerasjonen for objektet på hvert prøvetidspunkt. Sammenlign deretter resultatene med akselerasjonsdataene i L4.

Objektstørrelse

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

Minimumsavstand

Når CBR sender ut et signal, treffer signalet objektet, returneres og blir mottatt av CBR. Hvis objektet er mindre enn 0,5 meter fra CBR, vil etterfølgende signaler kunne overlappe hverandre og feiltolkes av CBR. Grafen vil bli unøyaktig. Plasser derfor CBR minst 0,5 meter fra objektet.

Maksimumsavstand

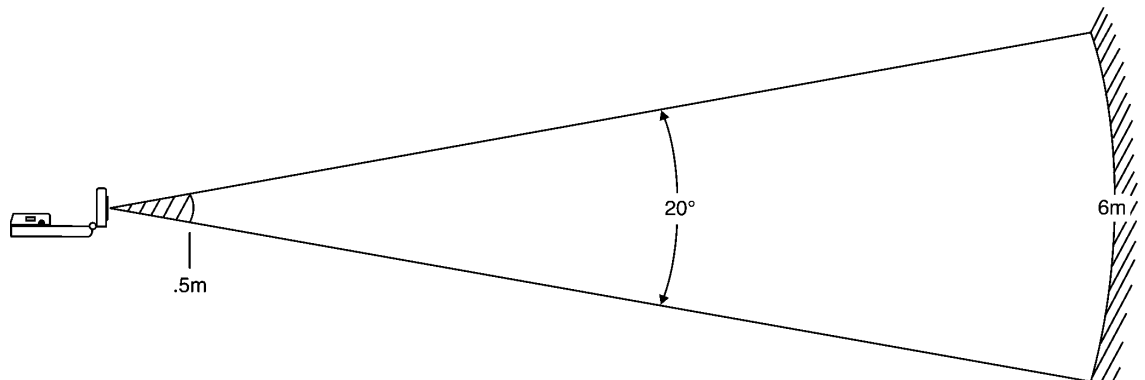
Når signalet går gjennom luften, reduseres styrken i det. Etter omtrent 12 meter (6 meter til objektet og 6 meter tilbake til CBR) vil ekkoet være for svakt til at CBR kan fange det opp. Dette begrenser den pålitelige og effektive avstanden mellom CBR og objektet til mindre enn 6 meter.

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

Klar sone

Banen for CBR-signalet er ikke en smal, enkel stråle, men sendes ut i alle retninger innenfor en kjegleformet stråle på opptil 10° .

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



Reflekterende overflater

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

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

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

RANGER-innstillinger

Innsamlingstid

TIME er den samlede tiden det tar å samle inn alle data, målt i sekunder. Skriv inn et heltall mellom 1 sekund (for objekter i rask bevegelse) og 99 sekunder (for objekter i sakte bevegelse). For REALTIME=YES er TIME alltid 15 sekunder.

Når TIME er et lavere tall, må objektet være nærmere CBR. For eksempel hvis TIME=1 SEKUND, må objektet ikke være mer enn 1,75 meter fra CBR.

Starte og stoppe

SETUP-skjermen i RANGER-programmet inneholder flere valg for hvordan du kan starte og stoppe datainnsamlingen.

- BEGIN ON: [ENTER]. Starter innsamlingen ved trykk på **[ENTER]**-tasten på kalkulatoren hvis personen som setter i gang innsamlingen, er nærmest kalkulatoren.
- BEGIN ON: [TRIGGER]. Starter og stopper innsamlingen ved trykk på **[TRIGGER]**-tasten på CBR hvis personen som setter i gang prøven, er nærmest CBR.

Med dette valget kan du også velge å koble fra CBR. Slik kan du sette opp prøven, trekke ut kabelen fra CBR, ta med CBR til der tingene skjer, trykke på **[TRIGGER]**, samle inn dataene, koble til CBR igjen og trykke på **[ENTER]** for å overføre dataene. Bruk BEGIN ON: [TRIGGER] når kabelen ikke er lang nok eller vil være i veien ved innsamling av data. Dette er ikke tilgjengelig i REALTIME=YES-modus (som for eksempel ved bruk av MATCH-programmet).

- BEGIN ON: DELAY. Starter innsamlingen etter 10 sekunder fra tidspunktet når du trykker på **[ENTER]**. Dette er spesielt nyttig hvis du arbeider alene.

Trigger-tasten

Virkningen av **[TRIGGER]** varierer avhengig av innstillingene.

- Trykk på **[TRIGGER]** starter datainnsamling, selv om BEGIN ON: [ENTER] eller BEGIN ON: DELAY er valgt. Den kan også brukes til å stoppe innsamlingen, men vanligvis vil du ønske å la den fortsette til den er ferdig.
- I REALTIME=NO, etter at innsamlingen er ferdig, vil trykk på **[TRIGGER]** automatisk gjenta den siste innsamlingen, men dataene overføres ikke til kalkulatoren. Hvis du vil overføre disse dataene, velger du TOOLS fra MAIN MENU og deretter GET CBR DATA. (Du kan også gjenta en datainnsamling ved å velge REPEAT SAMPLE fra PLOT MENU eller START NOW på SETUP-skjermen.)

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

Glatting

Glattingsmulighetene som er innebygd i RANGER-programmet kan redusere effekten av ugyldige signaler eller variasjoner i avstandsmålinger. Unngå stor grad av glatting før du har lært å få gode resultater uten.

- For en aktivitet med større enn gjennomsnittlig sjanse for ugyldige signaler, vil du kanskje øke glattingsverdien på SETUP-skjermen før datainnsamlingen (se side 38).
- På REALTIME=NO-data som allerede er samlet inn, kan du også bruke glatting. Kalkulatoren må da være koblet til CBR. Velg PLOT TOOLS fra PLOT MENU, velg SMOOTH DATA, og velg deretter et glattingsnivå.

Støy – hva er det og hvordan bli kvitt det?

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

- Pass på at CBR peker rett mot målet. Prøv å justere sensorhodet mens du følger med på en REALTIME=YES-prøve til du får gode resultater, før du samler inn REALTIME=NO-data.
- Prøv å samle inn data i et tomt rom (se illustrasjonen *klar sone* på side 7).
- Velg et større, mer reflekterende objekt eller flytt objektet nærmere CBR (men ikke nærmere enn 0,5 meter).
- Ved bruk av flere CBR i et rom bør én gruppe gjøre seg ferdig med sin datainnsamling før den neste gruppen begynner.
- Hvis en REALTIME=YES-prøve blir full av støy, kan du gjenta med høyere grad av glatting til du får tilfredsstillende resultater. (Du kan ikke endre glattingen i programmene DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH og BALL BOUNCE.)
- Hvis en REALTIME=NO-prøve blir full av støy, kan du bruke en høyere grad av glatting på de opprinnelige dataene.

Lydens hastighet

Den antatte avstanden til objektet beregnes ut fra antagelsen om en nominell lydhastighet. Lydens faktiske hastighet varierer imidlertid med flere faktorer, hvorav lufttemperaturen er den mest merkbare. For aktiviteter med relative bevegelser er denne faktoren ikke så viktig. For aktiviteter som krever særlig nøyaktige målinger, kan en programmeringskommando brukes til å angi miljøtemperaturen (se side 40-41).

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

REALTIME=YES

Bruk REALTIME=YES-modus:

- med objekter i langsom bevegelse
- når du vil se resultatene etter hvert som dataene samles inn
- når du bare trenger å samle inn eller plotte én type data (avstand, fart eller akselerasjon) for en prøvetaking

I REALTIME=YES-modus behandler CBR dataene som skal plottes (avstand, fart eller akselerasjon), og overfører dem til kalkulatoren etter hver enkelt avstandsmåling. RANGER tegner deretter inn én enkelt piksel for det overførte signalet.

Fordi alle disse operasjonene må fullføres før neste prøve kan tas, er maksimumsfarten for datainnsamling i REALTIME=YES-modus begrenset.

Det tar tilnærmet lik 0,080 sekunder bare å sende og motta et signal, behandle resultatet og overføre dataene for ett enkelt datapunkt. I tillegg kreves det tid til for eksempel å plotte punktet, noe som reduserer farten til tilnærmet lik 0,125 sekunder i RANGER.

REALTIME=NO

Bruk REALTIME=NO-modus:

- med objekter i rask bevegelse
- når glatting er nødvendig (se side 9)
- når du bruker CBR i frakoblet modus (se side 11)
- når du trenger å samle eller plotte alle typer data (avstand, fart og akselerasjon) for en prøvetaking

I REALTIME=NO-modus blir dataene lagret i CBR og ikke overført til kalkulatoren før etter at datainnsamlingen er fullført. Farten på innsamlingen kan være så rask som hvert 0,005 sekund for objekter nær CBR. Data for tid, avstand, fart og akselerasjon overføres til kalkulatoren.

Fordi dataene lagres i CBR, kan du overføre dem fra CBR til en kalkulator flere ganger.

- Hver gang du endrer glattingen, bruker CBR den nye glattingsfaktoren, overfører de justerte dataene til kalkulatoren og lagrer de glattede verdiene i listene.
- Når du velger et område, endres listene som er lagret i kalkulatoren. Hvis det er nødvendig, kan du gjenopprette de opprinnelige dataene fra CBR. Velg **TOOLS** fra **MAIN MENU** i RANGER-programmet. Velg deretter **GET CBR DATA** fra **TOOLS**-menyen
- Flere elever kan også dele de samme dataene, selv om de bruker forskjellige typer grafkalkulatorer fra TI. På denne måten kan alle elevene delta i analyseoppgaver med de samme dataene (se side 11).

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

Bruke CBR i frakoblet modus

Fordi CBR ikke kan sende data til kalkulatoren med en gang når den er frakoblet, må enkelte innstillinger endres. Velg følgende på SETUP-skjermen:

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

RANGER-programmet sier fra når du kan koble fra CBR og når du kan koble den til igjen. Det kreves ingen spesialprosedyrer for dette.

Dele data

Hvordan skal du kunne gjennomføre en øvelse der hele klassen skal analysere de samme dataene samtidig? Med CBR kan du raskt distribuere REALTIME=NO-data i klassen.

- ❶ Overfør RANGER-programmet til alle elevenes kalkulatorer før datainnsamlingen.
- ❷ Samle inn dataene med CBR i REALTIME=NO-modus.
- ❸ Koble kalkulatoren til den første eleven til CBR med enten kalkulator-til-CBR-kabelen eller kalkulator-til-kalkulator-kabelen.
- ❹ Velg TOOLS fra MAIN MENU i RANGER-programmet. Velg deretter GET CBR DATA fra TOOLS-menyen. Ordet TRANSFERRING... vises, og grafen plottes.
- ❺ Trykk på **ENTER** for å gå tilbake til PLOT MENU, og velg deretter QUIT. Koble fra kabelen.
- ❻ Koble til en annen kalkulator (av samme type) til kalkulatoren med dataene. Velg TOOLS fra MAIN MENU i RANGER-programmet på den andre kalkulatoren. Velg deretter GET CALC DATA fra TOOLS-menyen. Listene L1, L2, L3, L4 og L5 overføres automatisk til den andre kalkulatoren.
- ❼ Overfør data fra CBR til en annen elevkalkulator mens andre elever fortsetter overføringen fra kalkulator til kalkulator.

Når alle elevene har de samme dataene, kan de analysere dem i RANGER ved hjelp av PLOT MENU, eller utenfor RANGER ved hjelp av liste- og graffunksjonene i kalkulatoren.

Hvis du skal dele data på TI-85, bruker du LINK-funksjonen utenfor RANGER til å overføre listene.

Hint for effektiv datainnsamling (forts.)

Utover enkel datainnsamling

Når du har samlet inn og tegnet inn dataene i RANGER, kan du undersøke dataene i forhold til en funksjon. Fordi dataene er samlet i lister og vist som en statistisk graf, kan du bruke **TRACE**, **GRAPH** og **Y=** til å undersøke dette forholdet.

Inne i RANGER

- Undersøk grafer ved hjelp av TRACE, som blir stilt inn automatisk. (På TI-85 bruker du den frie markøren.)
- Manipuler datasettet, også ved å glatte ut dataene eller velge ut det mest interessante området.

Utenfor RANGER

- Undersøk dataene ved hjelp av kalkulatorens listeredigeringsfunksjon.
- Lag din egen funksjon manuelt ved hjelp av kalkulatorens Y=-editor.
- Finn automatisk fram til ligningen som passer best til dataene ved hjelp av kalkulatorens regresjonsmuligheter.

Andre forhold kan undersøkes, også de som ikke plottes med grafvalgene i RANGER. For eksempel kan samtidige inntegninger av avstand-tid og fart-tid vises som statistiske grafer. Velg QUIT fra MAIN MENU i RANGER-programmet, og angi deretter Plot1 som L1 mot L2 og Plot2 som L1 mot L3. (Det kan hende at du må justere vinduet.)

Data og grafer kan overføres til en datamaskin ved hjelp av TI-Graph Link. Dette er særlig nyttig når elevene skal skrive større rapporter om det de har funnet ut.

Bruke CBR uten RANGER-programmet

Du kan bruke CBR som en ultralyd bevegelsessensor med CBL eller med andre programmer enn RANGER.

- Du finner mer informasjon om å bruke CBR med CBL på side 39.
- Du finner mer informasjon om hvordan du får tak i programmer og øvelser på side 36.
- Du finner mer informasjon om programmeringskommandoer og hvordan du lager egne programmer på side 40–41.

Begreper

Funksjon som undersøkes: lineær.

MATCH presenterer de virkelige begrepene avstand og tid – eller mer nøyaktig, begrepet avstand *i forhold til* tid. Når elevene prøver å kopiere en graf ved å gå mens de ser sin egen bevegelse plottes, kan begrepet posisjon undersøkes.

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

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

Materialer

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kalkulator-til-kalkulator-kabel

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

Hint

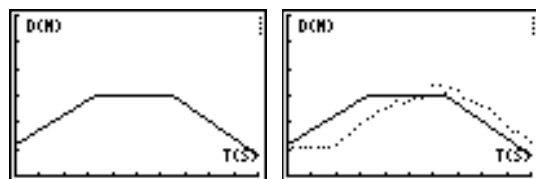
Elevene liker vanligvis denne øvelsen godt. Sett av rikelig med tid, slik at alle som vil, får prøve seg!

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

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

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

Se side 6–12 for flere hint om effektiv datainnsamling.

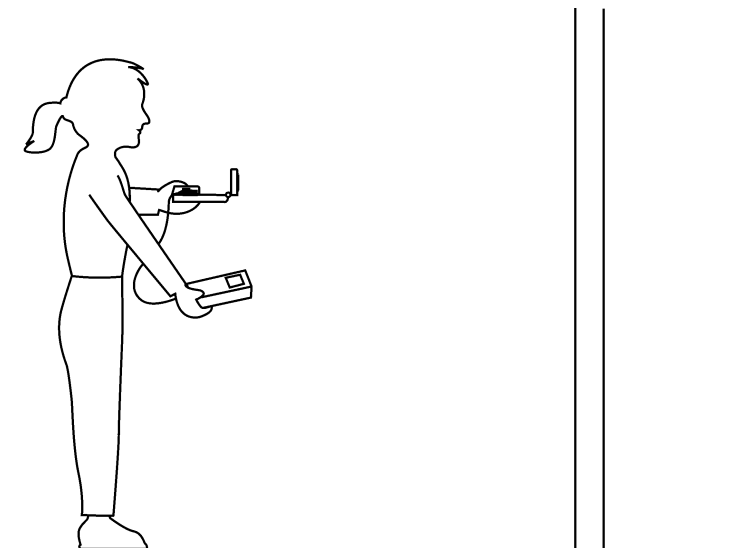
Vanlige grafer**Mulige svar**

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

Datainnsamling

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

Hint: Maksimumsavstanden for alle grafene er 4 meter fra CBR. Minimumsavstander er 0,5 meter. Pass på at det ikke finnes noe annet i den *klare sonen* (se side 7).



- 2 Kjør RANGER-programmet (se side 5 for tastekombinasjoner for hver kalkulator).
- 3 Velg APPLICATIONS fra MAIN MENU. Velg METERS.
- 4 Velg DISTANCE MATCH fra APPLICATIONS-menyen. Skjermen viser generelle instruksjoner. Med DISTANCE MATCH angis innstillinger automatisk.
- 5 Trykk på **ENTER** for å vise grafen for dataene. Bruk et øyeblikk på å se på grafen.
Svar på spørsmål 1 og 2 på oppgavearket.
- 6 Still deg der du tror grafen begynner. Trykk på **ENTER** for å starte datainnsamlingen. Du hører et klikk og ser et grønt lys mens dataene samles inn.
- 7 Gå fram og tilbake og prøv å lage en kopi av grafen. Posisjonen din plottes på skjermen.
- 8 Når datainnsamlingen er ferdig, undersøker du hvor godt "spaserturen" din stemmer overens med grafen. **Svar på spørsmål 3.**
- 9 Trykk på **ENTER** for å vise OPTIONS-menyen, og velg SAME MATCH. Prøv å forbedre bevegelsene dine, og **svar deretter på spørsmål 4, 5 og 6.**

Undersøkelser

I DISTANCE MATCH består alle grafer av tre rette linjesegmenter.

- ❶ Trykk på **[ENTER]** for å vise OPTIONS-menyen, og velg NEW MATCH. Se på det første segmentet, og *sva*r på spørsmål 7 og 8.
- ❷ Se på hele grafen, og *sva*r på spørsmål 9 og 10.
- ❸ Still deg der du tror grafen begynner, trykk på **[ENTER]** for å begynne datainnsamlingen, og prøv å lage en tilsvarende graf.
- ❹ Når du er ferdig med datainnsamlingen, *sva*rer du på spørsmål 11 og 12.
- ❺ Trykk på **[ENTER]** for å vise OPTIONS-menyen, og velg NEW MATCH.
- ❻ Se på grafen, og *sva*r på spørsmål 13, 14 og 15.
- ❼ Trykk på **[ENTER]** for å vise OPTIONS-menyen. Gjenta øvelsen hvis du vil, eller gå tilbake til MAIN MENU og velg QUIT for å gå ut av RANGER-programmet.

Avanserte undersøkelser

Grafene som ble generert med DISTANCE MATCH, bestod av bare rette linjer. Prøv med VELOCITY MATCH, hvor du skal kopiere en fart-tid-graf. Det er vanskelig!

MATCH er et veldig populært program. Andre versjoner som undersøker mer avanserte grafer kan være tilgjengelig (se side 36).

Øvelse 1 – Kopier grafen

Navn _____

Datainnsamling

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

Undersøkelser

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

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

Begreper

Funksjon som undersøkes: lineær.

Bevegelsen på en motorisert lekebil brukes til å illustrere det fysiske begrepet konstant fart.

Materialer

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kalkulator-til-CBR-kabel
- ✓ batteridrevet lekebil
- ✓ TI ViewScreen (valgfritt)

Hint

Lekebiler varierer sterkt i størrelse, form og refleksjonsvinkel for ultralydsignalene. De ferdige grafene vil derfor variere i kvalitet. Enkelte biler kan kreve en ekstra reflekterende overflate for å få gode inntegninger. Prøv å lime et kartotekkort e.l. på bilen slik at den fungerer bedre som mål for sensoren.

Du kan også prøve flere typer biler slik at elevene kan undersøke disse virkningene.

Lekebiler som beveger seg sakte (for eksempel biler laget for små barn) passer best til denne øvelsen. Se etter en bil som ser ut til å ha konstant fart.

Se side 6–12 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Undersøkelser

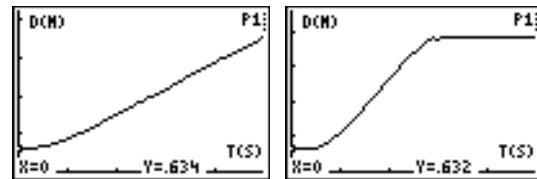
Hellingen på en avstand-tid-graf på et gitt tidspunkt angir objektets fart ved dette tidspunktet. For et objekt som beveger seg med konstant fart skal hellingen på avstand-tid-grafen altså være konstant. Derfor viser avstand-tid-grafen et lineært forhold.

Hvis du begynner å samle inn data før bilen begynner å bevege seg, vil du legge merke til at avstand-tid-grafen ikke er lineær på begynnelsen. Hvorfor? Bilen begynner på nullfart ($v = 0$). Den kan ikke øyeblikkelig oppnå sin vanlige, konstante fart. Akselerasjon beregnes slik:

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

For at bilen skal kunne gå øyeblikkelig fra nullfart til sin konstante fart, må $\Delta t = 0$. Men dette angir en uendelig akselerasjon, som ikke er fysisk mulig. (Etter Newtons andre lov, $F = ma$, kan en uendelig akselerasjon bare være resultat av en uendelig kraft, som er akkurat like umulig.) Derfor må vi se at objektet akselererer (øker farten) til sin konstante fart over et avgrenset tidsrom.

Vanlige grafer



Svar på spørsmålene

1. første eller siste plotting, avstanden øker konstant
2. elevene skriver inn verdier fra TRACE
3. avstandsverdiene øker med en konstant mengde
4. fart er mengde avstandsending over tid, verdiene er de samme for hvert like tidsintervall
5. eleven bør få en verdi i nærheten av den som er beregnet for m
i nærheten av m
 m representerer farten på bilen
6. b er skjæringspunktet for y ; eksempel:
 $y = 2x + 0$
7. varierer; for eksempel: hvis $m = 2$,
avstand (y) = 20 meter etter 10 sekunder
($y = 2 \times 10 + 0$); vil $y = 120$ meter for 1 minutt

Avanserte undersøkelser

Hellingen for en fart-tid-graf for konstant fart er null. Derfor vil akselerasjon-tid-grafen vise $a = 0$ (i ideelle tilfeller) for tidsrommet når farten er konstant.

Resultatområdet er objektets forflytning (nettoavstand fra start- til sluttposisjon) i løpet av tidsrommet t_1 til t_2 .

For avanserte matematikkelever: Forflytningen kan finnes med ligningen:

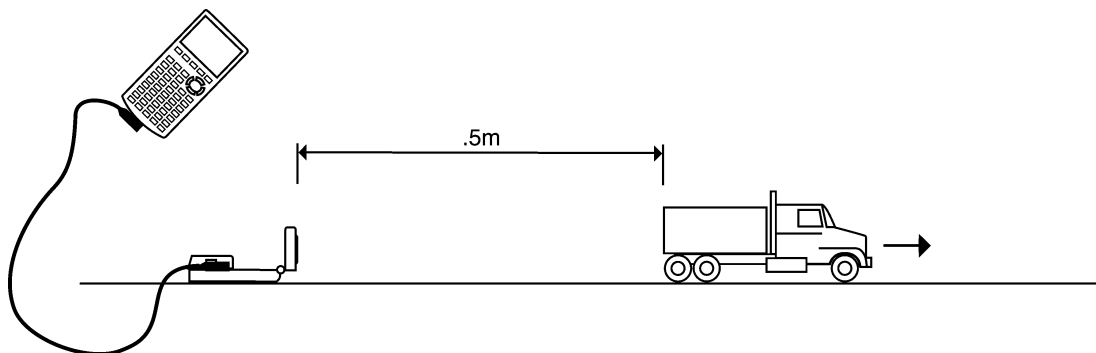
$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

hvor s er objektets forflytning i tidsrommet t_1 til t_2 .

Datainnsamling

- ❶ Plasser bilen minst 0,5 meter fra CBR med fronten bort fra CBR, slik at den vil kjøre i en rett linje bort fra den.

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



- ❷ Før du begynner datainnsamlingen, **svarer du på spørsmål 1 på oppgavearket.**
- ❸ Kjører RANGER-programmet (se side 5 for tastekombinasjoner for hver kalkulator).
- ❹ Velg SETUP/SAMPLE fra MAIN MENU. For denne øvelsen skal innstillingene være:

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

Du finner instruksjoner for endring av innstillinger på side 38.

- ❺ Velg START NOW.
- ❻ Trykk på [ENTER] når du er klar til å begynne. Start bilen og skynd deg ut av den klare sonen. Du hører en klikkelyd mens dataene samles inn, og meldingen TRANSFERRING... vises på kalkulatoren.
- ❼ Når datainnsamlingen er ferdig, viser kalkulatoren automatisk en avstand-tid-graf av de innsamlede datapunktene.
- ❽ Sammenlign grafen av dataresultatene med din egen forutsigelse i **sva 1**, og se etter likheter og forskjeller.

Undersøkelser

- ❶ Verdiene for x (tid) i halvsekundsintervaller vises i den første kolonnen i spørsmål 2. **Følg grafen og skriv inn de tilsvarende y -verdiene (avstand) i den andre kolonnen.** **Merk:** Ta bare med resultater fra den lineære delen av grafen. Du må antakelig overse springende data på begynnelsen av datainnsamlingen. Det kan også hende at du må angi tilnærmede avstandstall (kalkulatoren kan gi deg en avstand ved 0,957 eller 1,01 sekunder i stedet for nøyaktig 1 sekund). Ta nærmeste heltall eller gjett deg fram.
- ❷ *Sva på spørsmål 3 og 4.*
- ❸ Beregn endringene i avstand og tid mellom hvert datapunkt for å fylle ut kolonne tre og fire. Du beregner for eksempel $\Delta\text{Avstand}$ (meter) for 1,5 sekunder ved å trekke fra Avstand ved 1 sekund fra Avstand ved 1.5 sekunder.
- ❹ Funksjonen som illustreres med denne øvelsen, er $y = mx + b$. m er hellingen på en linje. Den beregnes slik:

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

Skjæringspunktet for y representerer b .

Beregn m for hvert punkt. **Skriv inn verdiene i tabellen i spørsmål 2.**

- ❺ *Svar på spørsmål 5, 6 og 7.*

Avanserte undersøkelser

Beregning av hellingen på avstand-tid-grafen på et hvilket som helst tidspunkt viser objektets fart på dette tidspunktet. Beregning av hellingen på fart-tid-grafen viser objektets tilnærmede akselerasjon på dette tidspunktet. Hvis farten er konstant, hva blir da akselerasjonen?

Forutsi akselerasjon-tid-grafen for denne avstand-tid-grafen.

Finn området mellom Fart-tid-grafen og x -aksen mellom to passende tidspunkter, t_1 og t_2 . Dette kan gjøres ved å summere områdene i ett eller flere rektangler som hver har et areal på:

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

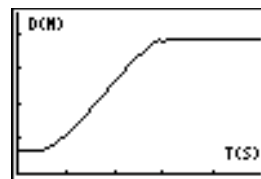
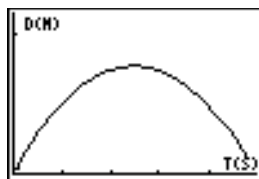
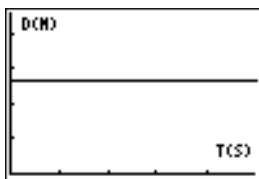
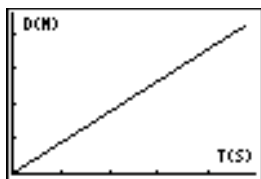
Hva er den fysiske betydningen av resultatområdet?

Øvelse 2 – Lekebil

Navn _____

Datainnsamling

1. Hvilken av disse tror du er mest lik *avstand-tid*-grafen for leke bilen ?



Hvorfor? _____

2.

Tid	Avstand	Δ Avstand	Δ Tid	m
1		xxx	xxx	xxx
1,5				
2				
2,5				
3				
3,5				
4				
4,5				
5				

3. Hva legger du merke til med Avstand-verdiene? _____

4. Hvordan viser disse resultatene at leke bilen hadde konstant fart? _____

5. Beregn $\Delta avstand / \Delta tid$ mellom Tid = 2 og Tid = 4. _____

Hva legger du merke til med dette resultatet ? _____

Hva tror du m står for? _____

6. For den lineære ligningen $y = mx + b$, hva er verdien for b ? _____

Skriv ligningen for linjen på formen $y = mx + b$ med verdier for m og b . _____

7. Hvor langt ville leke bilen gått på 10 sekunder? _____

Og på 1 minutt? _____

Begreper

Funksjon som undersøkes: sinuskurve.

Undersøke enkel harmonisk bevegelse ved å observere en fritt svingende pendel.

Materialer

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kalkulator-til-CBR-kabel
- ✓ festeklemme
- ✓ stoppeklokke
- ✓ pendel
- ✓ metermål
- ✓ TI ViewScreen (valgfritt)

Ideer til lodd:

- baller i forskjellige størrelser (≥ 5 cm diameter)
- brusbokser (tomme og fylte)
- erteposer

Hint

Se side 6–12 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Fysiske sammenhenger

Et objekt som utsettes for periodisk bevegelse som resultat av en gjenskapende kraft som er proporsjonal med objektets forlytning fra likevektposisjon (hvileposisjon), sies å utvise enkel harmonisk bevegelse (SHM). SHM kan beskrives ved to enheter.

- Perioden T er tiden for én fullstendig svingning.
- Svingningsutslaget (amplityden) A er den største forflytningen av objektet fra *likevektposisjon* (posisjonen av loddet i hvilestilling).

For en enkel pendel gis perioden T ved:

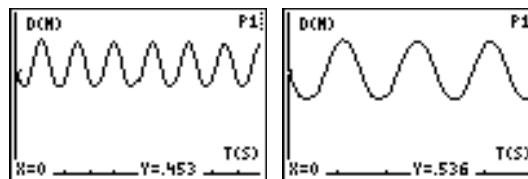
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

hvor L er lengden på loddsnoren og g er størrelsen på akselerasjonen på grunnlag av tyngdekraften. T avhenger ikke av objektets masse eller størrelsen på bevegelsen.

Frekvensen f (antall fullstendige svingninger per sekund) kan beregnes ved:

$$f = \frac{1}{T} \text{ hvor } f \text{ er i hertz (Hz) når } T \text{ er i sekunder.}$$

Differensialkvotienten av en sinuskurvegraf er også en sinuskurve. Legg spesielt merke til faseforholdet mellom loddets plassering og fart.

Vanlige grafer**Mulige svar**

1. varierer (i meter)
2. varierer (i meter)
3. varierer (i sekunder); T (én periode) = samlet tid for 10 perioder/10; med gjennomsnitt over flere perioder er sjansen mindre for målingsfeil
4. samlet buelengde, som skal være tilnærmet lik 4 ganger svaret på spørsmål 2, fordi en bue er lengre enn en rett linje
5. sinuskurve, repetitiv, periodisk, avstand fra x-aksen til likevektposisjon
6. hver svingning spres ut vannrett, en graf som går over 10 sekunder må passe inn flere svingninger på samme mengde skjermplass, og svingningene vil derfor se ut til å ligge nærmere sammen
7. (samlet antall svingninger)/(5 sekunder) = svingninger/sekund; lettere å vise fullstendige svingninger og færre målingsfeil
8. $f = 1/T$, hvor T er tiden for 1 periode
9. redusert periode; økt periode
(Pendellengden står i direkte forhold til periodetiden; jo lengre loddssnor, jo lengre periode. Elevene kan undersøke denne sammenhengen ved hjelp av listeredigeringsfunksjonen i kalkulatoren, hvor de kan beregne perioden for forskjellige verdier for L .)
10. A (svingningsavstand) = $\frac{1}{4}$ samlet avstand som pendelen beveger seg på 1 periode
11. begge er sinuskurver; forskjellene ligger i svingningsavstand og fase
12. likevektposisjon
13. når posisjon = maksimums- eller minimumsverdi (når loddet er lengst mulig vekk fra likevektposisjon).
14. ikke i det hele tatt. T avhenger bare av L og g , ikke av masse.

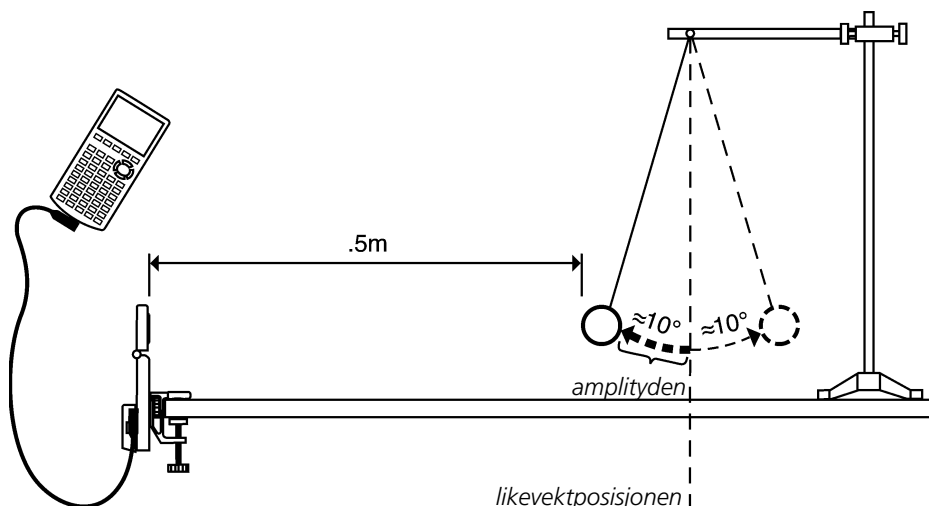
Avanserte undersøkelser

Datainnsamling: grafen av L^2 mot L^3 former en ellipse.

Datainnsamling

- 1 Sett opp pendelen. Plasser den slik at den svinger i rett linje med CBR.

Hint: Plasser CBR minst 0,5 meter fra punktet hvor loddet er nærmest. Pass på at det ikke finnes noe annet i den *klare sonen* (se side 7).



- 2 Bruk et metermål til å måle avstanden fra CBR til likevektposisjon. **Svar på spørsmål 1 på oppgavearket.**

Mål hvor langt du vil dra loddet bort fra likevektposisjon. **Svar på spørsmål 2.**

- 3 En pendelsvingning (en *periode*) består av en fullstendig svingning fram og tilbake. Bruk en stoppeklokke til å ta tiden på ti fullstendige perioder. **Svar på spørsmål 3 og 4.**

- 4 Kjør RANGER-programmet (se side 5 for tastekombinasjoner for hver kalkulator). Det er mest effektivt hvis én person starter pendelen mens en annen opererer kalkulatoren og CBR. Velg SETUP/SAMPLE fra MAIN MENU.

- 5 Trykk på **[ENTER]** for å vise innstillingene. For denne øvelsen skal de være slik:

```

REALTIME:  NO
TIME (S):  10 SECONDS
DISPLAY:    DISTANCE
BEGIN ON:   [ENTER]
SMOOTHING:  LIGHT
UNITS:      METERS
    
```

- 6 Du finner instruksjoner for endring av innstillinger på side 38. Når de er riktige, velger du START NOW.
- 7 Trykk på **[ENTER]** når du er klar til å begynne. Du hører en klikkelyd mens dataene samles inn, og meldingen TRANSFERRING... vises på kalkulatoren.
- 8 Når datainnsamlingen er ferdig, viser kalkulatoren automatisk en avstand-tid-graf av de innsamlede datapunktene. **Svar på spørsmål 5.**

Undersøkelser**Datainnsamling 2**

Velg SETUP/SAMPLE fra MAIN MENU. Endre tiden fra 10 til 5 sekunder på SETUP-skjermen. Gjenta datainnsamlingen. Se på grafen. **Svar på spørsmål 6 og 7.**

Mengden du anga (svingninger per sekund) kalles **frekvens**. Du beregnet frekvensen i spørsmål 7 ved hjelp av grafen. Nå kan du også beregne den matematisk med ligningen:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{hvor } T \text{ er perioden i sekunder, og } f \text{ er frekvensen i hertz (Hz).}$$

Svar på spørsmål 8.

Datainnsamling 3 og 4

Gjenta 5-sekunders-datainnsamlingen to ganger til. Første gang forkorter du loddsnoren, deretter forlenger du den. Etter å ha sett på disse grafene, **svarer du på spørsmål 9.**

Et annet viktig avstandsmål som påvirker pendelen, er *svingningsutslaget* (amplityden). Svaret på spørsmål 2 var svingningsutslaget (amplityden) for den pendelsvingningen. **Svar på spørsmål 10.**

Avanserte undersøkelser**Datainnsamling 5**

Velg VELOCITY-TIME fra PLOT MENU. **Svar på spørsmål 11, 12 og 13.**

Datainnsamling 6

Gjenta datainnsamlingen med et betydelig lettere eller tyngre lodd, og **svar på spørsmål 14.**

Beregn avstand-tid-adferden for pendelen ved hjelp av ligningen for en sinus-funksjon, $S = A \sin(\omega t + \delta)$, hvor S er øyeblikksposisjonen, A er svingningsutslaget, ω er frekvensen, δ er fasevinkelen, og t er tiden. Frekvensen, ω , er relatert til perioden, T , med $\omega = 2\pi/T$.

Skriv inn denne ligningen i Y=-editoren med de beregnede verdiene for A og ω . Tegn inn en graf for denne funksjonen sammen med en statistisk graf for L1 (tid) mot L2 (avstand). Juster verdiene for A , ω og δ til alt stemmer. På TI-83 eller TI-86 bruker du sinusregresjon til å bestemme verdiene.

Undersøk forholdet mellom posisjon og fart ved å plote L2 (avstand) mot L3 (fart). Hvordan tror du den ferdige grafen vi se ut? Sammenlign det faktiske resultatet med din egen forutsigelse.

Øvelse 3 – Pendel

Navn _____

Datainnsamling

1. Hva er avstanden mellom CBR og likevektposisjon? _____
2. Hvor langt fra likevektposisjon skal du dra pendelen? _____
3. Hvor lang tid tok ti perioder? _____

Beregn hvor lang tid (i sekunder) det tok å fullføre én periode. _____

Hva er fordelene med å ta tiden på ti perioder i stedet for bare én? _____

4. Bruk svaret på spørsmål 2 til å beregne en tilnærmet avstand som tilbakelegges i en hel svingning.

Hvorfor er dette talle mindre enn den faktiske avstanden som tilbakelegges i en svingning? _____

5. Hva legger du merke til med formen på grafen? _____

Hvordan vises verdien fra spørsmål 1 i grafen? _____

Undersøkelser

6. Hvordan endres utseendet på grafen? Hvorfor? _____

7. Bruk data fra grafen til å beregne antall fullstendige svingninger per sekund. _____

Hvorfor er det enklere å avgjøre dette med den andre grafen (over 5 sekunder) enn med den første (over 10 sekunder)? _____

8. Beregn frekvensen for én periode ved hjelp av ligningen. _____

9. Hvordan påvirkes pendelen når loddets snor blir kortere? _____

Hvordan påvirkes pendelen når loddets snor blir lengre? _____

10. Hva er forholdet mellom svingningsutslaget (amplituden) og den samlede avstanden som pendelen tilbakelegger i en periode? _____

Avanserte undersøkelser

11. Sammenlign avstand-tid-grafen med fart-tid-grafen. Angi likheter og forskjeller. _____

12. På hvilket punkt er loddets fart størst? _____

13. På hvilket punkt er loddets fart minst? _____

14. Hvordan påvirkes grafen når loddet endres? Hvorfor? _____

Begreper

Funksjon som undersøkes: parabel.

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

Materialer

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kalkulator-til-CBR-kabel
- ✓ stor ball (ca 20 cm diameter)
- ✓ TI ViewScreen (valgfritt)

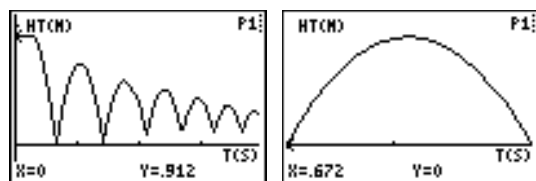
Hint

Denne øvelsen utføres best i grupper på to elever, en som holder ballen mens den andre trykker på **TRIGGER**.

Se side 6–12 for flere hint om effektiv datainnsamling.

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

Vanlige grafer



Undersøkelser

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

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

Mulige svar

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

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

Avanserte undersøkelser

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

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

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

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

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

Etter å ha tilpasset kurven manuelt, kan elevene bruke regresjonsanalyse til å finne funksjonen som best gjengir dataene. Velg ut én enkelt sprett ved hjelp av PLOT TOOLS, SELECT DOMAIN. Velg deretter QUIT fra MAIN MENU. Følg prosedyrene for kalkulatoren for å utføre en kvadratisk regresjonsanalyse på listene L1 og L2.

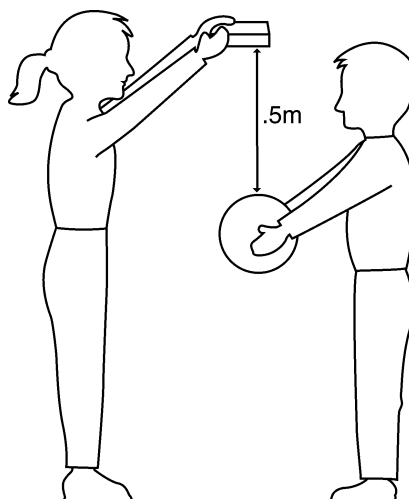
Tillegg

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

Datainnnsamling

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

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



- 2 Kjør RANGER-programmet (se side 5 for tastekombinasjoner for hver kalkulator).
- 3 Velg APPLICATIONS fra MAIN MENU. Velg METERS eller FEET.
- 4 Velg BALL BOUNCE fra APPLICATIONS-menyen. Det vises generelle instruksjoner. BALL BOUNCE angir innstillinger automatisk.
- 5 Hold ballen med utstrakte armer. Trykk på **[ENTER]**. RANGER-programmet er nå i Trigger-modus. Nå kan du koble CBR fra kalkulatoren hvis du vil.
- 6 Trykk på **[TRIGGER]**. Når det grønne lyset begynner å blinke, slipper du ballen og tar et skritt tilbake. (Hvis ballen spretter til siden, må du flytte deg slik at CBR hele tiden er rett over den, men pass på at du **ikke** endrer høyden på CBR.)

Du hører en klikkelyd mens dataene samles inn. Data for tid og avstand samles inn og fart og akselerasjon blir deretter beregnet. Hvis du har koblet CBR fra kalkulatoren, må du koble dem sammen igjen når datainnnsamlingen er fullført.
- 7 Trykk på **[ENTER]**. (Hvis grafen ikke ser bra ut, gjentar du forsøket.) Se på grafen. **Svar på spørsmål 1 og 2 på oppgavearket.**
- 8 Legg merke til at BALL BOUNCE automatisk snudde avstandsdataene. **Svar på spørsmål 3 og 4.**

Undersøkelser

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

- ❶ Trykk på **[ENTER]**. Velg PLOT TOOLS fra PLOT MENU, og deretter SELECT DOMAIN. Vi vil velge ut den første fullstendige spretten. Flytt markøren til grunnlinjen for begynnelsen av spretten, og trykk på **[ENTER]**. Flytt markøren til slutten på samme sprett, og trykk på **[ENTER]**. Grafen tegnes på nytt med fokus på én enkelt sprett.
- ❷ Grafen er i TRACE-modus. Bestem toppunktet for spretten. *Svar på spørsmål 5* på oppgavearket.
- ❸ Trykk på **[ENTER]** for å gå tilbake til PLOT MENU. Velg MAIN MENU. Velg QUIT.
- ❹ Toppunktet beregnes med annengradsligningen $Y = A(X - H)^2 + K$ som er egnet for denne analysen. Trykk på **[Y=]**. Slå av alle valgte funksjoner i Y=editoren. Beregn toppunktet med annengradsligningen $Y_n = A * (X - H)^2 + K$.
- ❺ Lagre verdien du registrerte i spørsmål 5 for høyden i variabelen K på Home-skjermbildet, lagre den tilsvarende tiden i variabel H , og lagre 1 i variabel A .
- ❻ Trykk på **[GRAPH]** for å vise grafen. *Svar på spørsmål 6 og 7.*
- ❼ Prøv $A = 2; 0; -1$. *Fullfør første del av tabellen i spørsmål 8, og svar på spørsmål 9.*
- ❽ Velg dine egne verdier for A til du har tall som stemmer overens med grafen. *Registrer valgene dine for A i tabellen i spørsmål 8.*
- ❾ Gjenta øvelsen, men velg denne gangen ut den siste fullstendige spretten (lengst til høyre). *Svar på spørsmålene 10, 11 og 12.*

Avanserte undersøkelser

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

Øvelse 4 – Sprettende ball

Navn _____

Datainnsamling

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

Undersøkelser

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

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

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

Begreper

Funksjon som undersøkes: parabel.

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

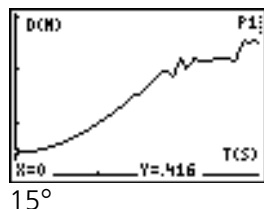
Materialer

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kalkulator-til-CBR-kabel
- ✓ festeklemme
- ✓ stor ball (ca. 20 cm. diameter)
- ✓ langt skråplan (minst 2 meter – en kryssfinerplate fungerer bra)
- ✓ transportør
- ✓ bøker til å bygge opp skråplanet med
- ✓ TI ViewScreen (valgfritt)

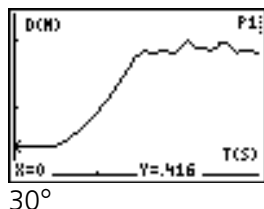
Hint

Diskuter hvordan dere skal måle vinkelen på skråplanet. La elevene bruke fantasien her. De kan bruke trigonometrisk beregning, brettet papir eller en transportør.

Se side 6–12 for flere hint om effektiv datainnsamling.

Vanlige grafer

15°



30°

Mulige svar

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

Undersøkelser

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

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

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

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

Avanserte undersøkelser:

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

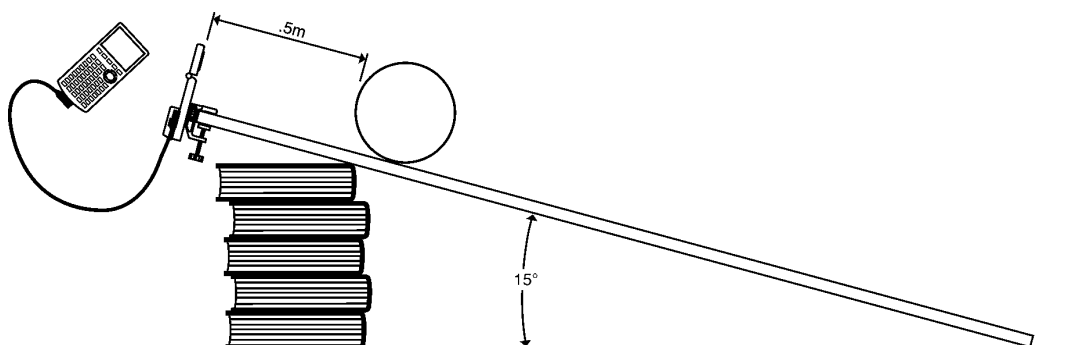
Hvis elevene bruker ligningen $y = ax^2 + bx + c$ manuelt, bør du kanskje gi dem hint om mulige verdier for b og c . Du kan også lede dem til å utføre en kvadratisk regresjon på listene L1 og L2 med kalkulatoren. Ballens akselerasjon er forårsaket av jordens tyngdekraft, så jo mer skråplanet peker nedover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

Datainnsamling

- 1 Svar på spørsmål 1 på oppgavearket. Sett opp skråplanet med 15° helling. Fest klemmen til øverste kant av skråplanet. Fest CBR til klemmen. Åpne sensorhodet og plasser det vinkelrett i forhold til skråplanet. Koble kalkulatoren til CBR.

Merk et punkt på skråplanet 0,5 meter fra CBR. Få én elev til å holde ballen på dette merket, mens en annen holder kalkulatoren.

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



- 2 Kjør RANGER-programmet (se side 5 for tastekombinasjoner for hver kalkulator). Velg SETUP/SAMPLE fra MAIN MENU.

- 3 Trykk på **[ENTER]** for å vise innstillingene. For denne øvelsen skal de være slik:

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

Du finner instruksjoner for endring av innstillinger på side 38.

- 4 Når innstillingene er riktige, velger du START NOW. Trykk på **[ENTER]** for å begynne datainnsamlingen.
- 5 Når klikkelyden begynner, slippes ballen øyeblikkelig (ikke dytt den), og eleven tar et skritt tilbake.
- 6 Når innsamlingen er ferdig, vises avstand-tid-grafen automatisk. **Svar på spørsmål 2 og 3.**
- 7 Trykk på **[ENTER]** for å vise PLOT MENU. Velg PLOT TOOLS og deretter SELECT DOMAIN. Flytt markøren til der ballen ble sluppet, og trykk på **[ENTER]**. Flytt markøren til der ballen nådde bunnen av skråplanet, og trykk på **[ENTER]**. Grafen plottes på nytt med fokus på den delen av forsøket som tilsvarer ballens vei nedover skråplanet. **Svar på spørsmål 4 og 5.**

Undersøkelser

Undersøk hva som skjer ved endring av hellingsvinkel.

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

Avanserte undersøkelser

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

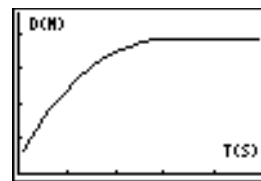
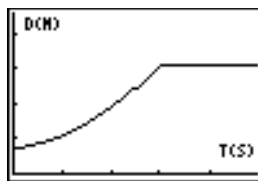
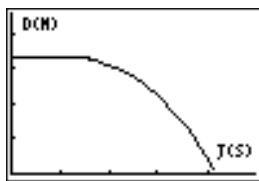
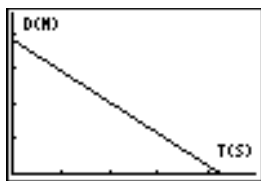
- ❶ Beregn verdiene for a , b og c for gruppen med kurver etter ligningen $y = ax^2 + bx + c$ ved 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 90° .
- ❷ Hva er største og minste mulige verdi for a ? Hvorfor?
- ❸ Skriv et uttrykk som beskriver det matematiske forholdet mellom a og hellingsvinkelen.

Øvelse 5 – Rullende ball

Navn _____

Datainnsamling

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



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

Hva er målenheten? _____

Hvilken fysiske egenskap representeres langs y-aksen? _____

Hva er målenheten? _____

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



4. Hvilke funksjonstype representerer denne grafen? _____

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

Undersøkelser

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



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



Hvordan kan undervisningen forandres med CBR?

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

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

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

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

Undersøke data grafisk

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

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

Undersøke data numerisk

Elevene kan bruke statistiske metoder (middeltall, medianer, modalverdi, standardavvik osv.) som tilsvarer deres kunnskapsnivå, til å undersøke de numeriske dataene. Når du går ut av RANGER-programmet, får du en påminnelse om listene hvor REALTIME=NO-dataene for tid, avstand, fart og akselerasjon er lagret.

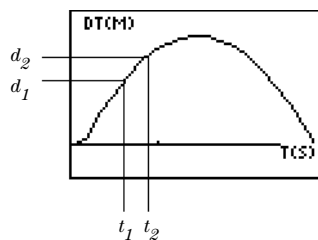
CBR-grafer – binder den fysiske verden og matematikken sammen

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

- En *avstand-tid-graf* representerer tilnærmet posisjon for et objekt (avstand fra CBR) ved hvert øyeblikk i tid mens en måling gjøres. Y-aksens målenhet er meter, x-aksens målenhet er sekunder.
- En *fart-tid-graf* representerer den tilnærmede farten på objektet (i forhold til og i retning av CBR) på hvert prøvetidspunkt. Y-aksens målenhet er meter/sekund, x-aksens målenhet er sekunder.
- En *akselerasjon-tid-graf* representerer tilnærmet mål på endring i fart for et objekt (i forhold til og i retning av CBR) på hvert prøvetidspunkt. Y-aksens målenhet er meter/sekund², x-aksens målenhet er sekunder.
- *Den første deriverte* av et hvilket som helst punkt på avstand-tid-grafen er farten i det angitte øyeblikket.
- *Den andre deriverte* av et hvilket som helst punkt på fart-tid-grafen er akselerasjonen i det angitte øyeblikket. Dette finnes også med den andre deriverte i et hvilket som helst punkt på avstand-tid-grafen.
- En *bestemt integral* (området mellom grafen og x-aksen mellom to fritt valgte punkter) på fart-tid-grafen tilsvarer forflytningen (netto avstand tilbakelagt) i det angitte tidsrommet.
- En vanlig fart-tid-graf med CBR representerer fart uten retning. Bare størrelsen (som kan være positiv, negativ eller null) blir gitt. Retningen angis bare implisitt. En positiv fartsverdi angir bevegelse bort fra CBR, og en negativ verdi angir bevegelse mot CBR.

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

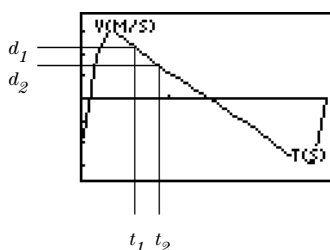
Avstand, fart og akselerasjon i matematikken



Avstand-tid-graf

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

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



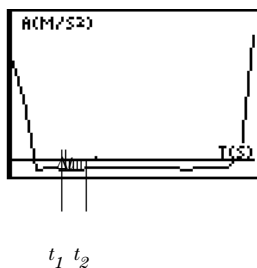
Fart-tid-graf

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

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

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

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



Akselerasjon-tid-graf

Web-ressurser

På vår web-adresse, <http://www.ti.com/calc>, finner du:

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

Andre ressurser

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

CBR-data lagres i lister

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

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

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

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

I REALTIME=YES-modus blir bare dataene for den ønskede grafen (avstand, fart eller akselerasjon) beregnet og overført. I REALTIME=NO-modus blir alle dataene beregnet og overført.

Innstillinger lagres i listen L5

Med RANGER SETUP-skjermen er det enkelt å endre de vanligste parameterne på CBR (se side 38).

Når du overfører RANGER-programmet fra CBR, blir L5 automatisk erstattet av en ny liste med standardinnstillinger.

Se side 40–41 hvis du vil ha informasjon om programmeringskommandoer som endrer andre innstillinger.

Bruke datalistene

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

Du kan plote listene mot hverandre, vise dem i listeredigering, bruke regresjonsanalyse og utføre andre analyser. Du kan for eksempel samle dataene fra pendelbevegelsen ved hjelp av RANGER, gå ut av RANGER og deretter plote fart-akselerasjon-grafen for å undersøke elliptiske funksjoner. (Det kan hende at du også må justere vinduet.)

RANGER-innstillinger

Endre innstillinger for RANGER

RANGER viser de vanligste innstillingene før datainnsamlingen begynner.

- 1 Velg SETUP/SAMPLE fra MAIN MENU i RANGER-programmet. Gjeldende innstillinger vises. ▶ angir plasseringen av markøren.

MAIN MENU START NOW

REALTIME: → YES *eller* NO
TIME (S): → TOTAL TIME = 1–99 SECONDS (bare ved REALTIME=NO)
DISPLAY: → DISTANCE, VELOCITY *eller* ACCELERATION
BEGIN ON: → [ENTER], [TRIGGER] *eller* 10-SECOND DELAY
SMOOTHING: → NONE, LIGHT, MEDIUM *eller* HEAVY
UNITS: → METERS *eller* FEET

- 2 Trykk på  eller  for å gå til den innstillingen du vil endre.
- 3 Trykk på [ENTER] for å gå gjennom alle tilgjengelige valg. Når riktig alternativ vises, trykker du på  for å gå til neste innstilling. Hvis du vil endre innstilling for TIME, skriver du inn ett eller to sifre og trykker på  eller .
- 4 Når alle innstillingene er riktige, trykker du på  eller  til markøren er på START NOW.
 - Hvis du vil fortsette, trykker du på [ENTER].
 - Hvis du vil gå tilbake til MAIN MENU, trykker du på  og deretter på [ENTER].

De nye innstillingene blir stående med mindre du velger SET DEFAULTS eller kjører en applikasjon eller et program som endrer innstillingene. Hvis du gjør endringer i L5 utenfor RANGER-programmet eller sletter L5, kan standardinnstillingene bli gjenopprettet neste gang du kjører RANGER.

Gjenopprette standardinnstillinger for RANGER

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

- 1 Velg SET DEFAULTS fra MAIN MENU i RANGER programmet.
Innstillingene endres til standard, og SETUP-skjermen vises.
- 2 Hvis du vil endre en innstilling fra standarden, følger du instruksjonene ovenfor.
- 3 Hvis du vil fortsette, trykker du på [ENTER] når markøren er på START NOW.

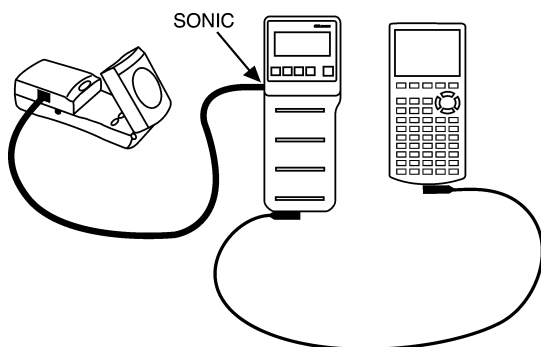
Andre RANGER-innstillinger

Med RANGER-programmet har du tilgang til de innstillingene det er vanligst å endre. CBR har også andre innstillinger. På side 40–41 finner du nærmere informasjon om programmeringskommandoer som endrer disse innstillingene.

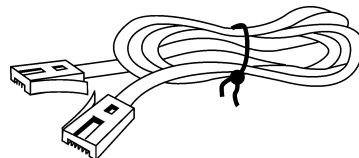
Bruke CBR med CBL eller med CBL-programmer

Bruke CBR som en vanlig bevegelsessensor med CBL

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



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



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

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

Bruke CBR med programmer skrevet for CBL

Du kan bruke CBR med de fleste CBL-programmer som er skrevet for en bevegelsessensor, uten endringer eller med bare minimale endringer i programmet.

Stopp datainnsamlingen: Med enkelte CBL-programmer med REALTIME=YES- datainnsamling fortsetter CBR å samle inn data til du stanser den på en av følgende måter:

- Trykk på **TRIGGER** på CBR.
- Legg inn utsagn i det eksisterende CBL-programmet til å sende kommandoen {6,0} til CBR. Utsagnet må være på et punkt etter at dataene er overført og vist. For eksempel:
`{6,0}→L6:SEND L6`

Slå lyden av og på: Hvis du vil slå av lyden, legger du inn utsagn i det eksisterende CBL-programmet som sender kommandoen {6,3} til CBR. Utsagnet må være på et punkt før datainnsamlingen begynner. For eksempel:

`{6,3}→L6:SEND L6`

Hvis du vil slå på lyden, kjører du bare RANGER-programmet.

Hvis det oppstår problemer: Hvis du kjører et CBL-program og CBR ikke ser ut til å reagere eller har låst seg, kjører du RANGER-programmet. Se etter på TIs web-side (se side 36) om du kan finne en oppdatert versjon av CBL-programmet.

Programmeringskommandoer

Kommando 0 Gjenoppretter og tilbakestiller {0}	
Fjerner alt. Tilbakestiller standarder. Kanal 11 velges automatisk.	
Kommando 1 Fjerner kanal {1,0}	
Fjerner kanal.	
Kommando 1 Kanal	{1,11,operasjon,etterbehandling,0,temperaturkonvertering}
<i>operasjon</i>	Resultater
0 (REALTIME=NO)	Fjerner alt. Tilbakestiller standarder.
1 (REALTIME=NO)	Meter
2 (REALTIME=NO)	Meter
3 (REALTIME=NO)	Fot
<i>operasjon</i>	Resultater
0 (REALTIME=YES)	Fjerner alt. Tilbakestiller standarder.
1 (REALTIME=YES)	Meter, CBR returnerer {avstand, Δ tid}
2 (REALTIME=YES)	Meter, CBR returnerer {avstand, Δ tid}
3 (REALTIME=YES)	Fot, CBR returnerer {avstand, Δ tid}
4 (REALTIME=YES)	Meter, CBR returnerer {avstand,fart, Δ tid}
5 (REALTIME=YES)	Fot, CBR returnerer {avstand,fart, Δ tid}
6 (REALTIME=YES)	Meter, CBR returnerer {avstand,fart,akselerasjon, Δ tid}
7 (REALTIME=YES)	Fot, CBR returnerer {avstand,fart,akselerasjon, Δ tid}
<i>etterbehandling</i>	Resultater
0 (standard)	Ingen
1 (REALTIME=NO)	d/dt (første deriverte)
2 (REALTIME=NO)	d ² /dt ² (andre deriverte)
<i>temperaturkonvertering</i>	Resultater
0 (standard)	Deaktiverer temperaturkompensasjon
1	Aktiverer temperaturkompensasjon.
Kommando 2 Dataoppsett {2,datatype,0,0,0,0,0,0}	
<i>datatype</i>	Resultater
1 (standard)	Liste
Kommando 3 Prøve/Trigger {3,prøvetid,prøve#,trigger,0,0,0,0,registreringstid,filter}	
<i>prøvetid</i>	Resultater
0,005–1500 (0.1)	Tid i sekunder mellom hver prøve
0,0001–0.005	Avrunder til 0,005
1500<x<16000	Avrunder til 1500
<i>prøve#</i>	Resultater
-1	Velger REALTIME=YES-modus for datainnsamling
1–512 (REALTIME=NO)	Tar fra 1 til 512 prøver.
<i>trigger</i>	Resultater
0	Begynner innsamling uten Trigger-tasten
1 (standard)	Begynner innsamling ved trykk på TRIGGER .
7	Venter 10 sekunder før innsamlingen begynner
<i>registreringstid</i>	Resultater
0 (standard)	Ingen
1 (REALTIME=NO)	Absolutt tid (starter ved tid 0 og justerer deretter prøvetiden)
2 (REALTIME=NO)	Relativ tid (starter ved tid 0 og justerer deretter prøvetiden)
<i>filter</i> (se kommando 1, <i>operasjon</i> -feltet)	Resultater
0 (standard)	Ingen filtrering
1 (REALTIME=NO)	5-punkts Savitzsky-Golay-glatting
2 (REALTIME=NO)	9-punkts Savitzsky-Golay-glatting
3 (REALTIME=NO)	17-punkts Savitzsky-Golay-glatting
4 (REALTIME=NO)	29-punkts Savitzsky-Golay-glatting
5 (REALTIME=NO)	3-punkts medianbeskjæringsfilter
6 (REALTIME=NO)	5-punkts medianbeskjæringsfilter
7 (REALTIME=YES)	Lett REALTIME=YES sporingsfilter
8 (REALTIME=YES)	Middels REALTIME=YES sporingsfilter
9 (REALTIME=YES)	Tungt REALTIME=YES sporingsfilter

Programmeringskommandoer (forts.)

Kommando 4 Temperaturkompensasjon		{4,ligningnummer,ligningstype,temperatur,enheter}
<i>ligning_nummer</i>		Resultater
0 (standard)		Gjenoppretter alle formler
4		Tilordner ligning 4.
<i>ligningstype</i>		Resultater
0 (standard)		Fjerner ligning
13		Tilordner temperaturkompensasjon.
<i>temperatur</i>		Resultater
flytende punktall		Angir gjeldende temperatur.
<i>enheter</i>		Resultater
0 (standard)		Ingen (ignorerer av CBR). Konverterer T-grader til Celsius.
1		Angir grader = Fahrenheit.
2		Angir grader = Celsius.
3		Angir grader = Kelvin.
4		Angir grader = Rankin hvor $R = F + 459,7$.
Kommando 5 (REALTIME=NO) Dataområdeoppsett		{5,første_kanal,datautvalg,data_begynn,data_slutt}
<i>første_kanal</i>		Resultater
0 (standard)		Velger laveste aktive kanal
1, 2, 3, 11, 21		Angir lydkanal
-1		Registrerer tidsliste
<i>datautvalg</i>		Resultater
0		Filterdata {avstand}
1		Filterdata d/dt {fart}
2		Filterdata d^2/dt^2 {akselerasjon}
3		Rådata {avstand}
4		Rådata d/dt {fart}
5		Rådata d^2/dt^2 {akselerasjon}
<i>data_begynn</i>		Resultater
1-512		Første dataelement for GET
<i>data_slutt</i>		Resultater
0-512		Siste dataelement for GET (0 = siste prøve)
Kommando 6 Systemvalg		{6,systemkommando[,operasjon]}
<i>systemkommando</i>		Resultater
0		Stopper datainnsamling (for CBL-kompatibilitet).
2 (standard)		Stopper datainnsamling
3		Slår av lyd (lyd av ved strømtilkobling).
4		Slår på lyd (lyd på ved strømtilkobling).
5		Angir ID-nummer (<i>operasjon</i> kreves).
6		Bruker nytt filter på tidligere data (<i>operasjon</i> kreves).
<i>operasjon</i>		Resultater
Flytende punktall		ID-nummer på formen <i>n.nnnnn</i> (<i>systemkommando</i> = 5)
0-6		Nytt filter på tidligere innsamlede data (<i>systemkommando</i> = 6)
Kommando 7 Ønsket status		{7}
Returterer en liste som inneholder:		
10.rrrr		Enhetskode.Rom-Versjon
0-99		Siste feilkode (0 = ingen feil)
0-2		Batteritilstand (0 = OK; 1 = lav under datainnsamling; 2 = lav hele tiden)
11		identifikator for lydkanal
prøvetid		Gjeldende prøveintervall i sekunder
triggervilkår		Gjeldende triggervalg i bruk
funksjon		Gjeldende kanalfunksjon (1-9)
etterbehandling		Gjeldende valg for etterbehandling (0-2)
filter		Gjeldende filteringsnivå (0-9)
prøver		# av tilgjengelige prøver; 0-512 REALTIME=NO; -1 REALTIME=YES
registreringstid		Registrert tidsvalg (0-2)
temperatur		Temperatur i bruk (°C)
piezo_flagg		0 = lyd av; 1 = lyd på
systemtilstand		1 = ikke oppsett; 2 = aktivert; 3 = trigger/innsamling; 4 = ferdig
vindu_start		0 = ingen kommando 5 ennå; 1-512
vindu_slutt		0 = bruk # av elementer; 1-512
id_nummer		6-sifret ID # (standard 0,00000) fra kommando 6 (<i>systemkommando</i> = 5)

Batteritype

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

Installere batterier

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

CBR-advarsler ved lite strøm

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

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

CBR-batteristatus

Du kan kontrollere batterienes tilstand før du begynner å samle inn data. Velg TOOLS fra MAIN MENU, og velg deretter CBR STATUS. Battery status OK eller REPLACE vises.

Forsiktighetsregler for batterier

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

Hvis det oppstår problemer

Hvis du har dette problemet:	Prøver du dette:
Problemer med å overføre RANGER-programmet eller samle inn data	Se etter at kalkulatoren og CBR er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Sjekk strømmen i batteriene (se side 42).
CBR begynner å samle inn data på egen hånd	Hvis du plasserer CBR med TRIGGER -tasten ned, kan TRIGGER -tasten bli trykt inn og dermed aktivere datainnsamling. Trykk på TRIGGER på nytt for å stanse datainnsamlingen. Før du legger fra deg CBR, må du gå riktig ut av RANGER-programmet (med QUIT) og eventuelle andre CBR- eller CBL-programmer.
LINK ERROR-melding	Koble CBR til kalkulatoren med kalkulator-til-CBR-kabelen. Se etter at kalkulatoren og CBR er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Hvis du ikke vil (eller kan) koble CBR til kalkulatoren, trykker du på ON for å gå ut av programmet, og deretter velger du QUIT.
Ikke nok minne	Du må ha nok minne til RANGER-programmet og datalistene. Programmene og listene krever omtrent 17 500 byte. Slett programmer og/eller data.
Kalkulatoren har ikke samme kommandoer som i beskrivelsene av øvelsene	Denne veiledningen gjelder alle de TI-kalkulatorene som kan brukes med CBR, så det kan hende at noen av menynavnene, skjermene eller tastene her ikke stemmer nøyaktig med det du ser på din kalkulator. Velg det som ligger nærmest. Hvis det for eksempel står i instruksjonen "Velg DISTANCE MATCH", må du på TI-83 velge DIST MATCH.
Dataen ser feil ut: ▪ Punktene ligger ikke på kurven ▪ ujevne grafer ▪ flate grafer ▪ brutte grafer	Gjenta prøven, og pass på at CBR er rettet rett mot objektet. Les side 6–12 om hvordan du samler inn gode dataprøver. Kontroller at den <i>klare sonen</i> ikke inneholder elever, bord eller andre objekter. Når du bruker to CBR-enheter samtidig i samme rom, bør én gruppe gjøre seg ferdig med datainnsamlingen før den neste begynner. Se etter at kalkulatoren og CBR er skikkelig koblet sammen. Trykk alltid kontaktene godt inn på begge ender av kabelen. Sjekk strømmen i batteriene (se side 42). Se etter om graden av glatting er for høy eller lav.
CBR fungerer ikke med TI-85	Se etter om bokstavene "CBL" vises på slutten av serienummeret bak på kalkulatoren for å angi kompatibilitet med CBL og CBR. TI-85 inneholder ikke muligheter for tegning av statistiske grafer, så enkelte undersøkelser (som bruk av TRACE på inntegnede data) kan ikke utføres med TI-85.
Mistet kalkulator-til-CBR-kabel	Du kan bruke kalkulator-til-kalkulator-kabelen som fulgte med kalkulatoren. (Kalkulator-til-kalkulator-kabelen er mye kortere, så du vil kanskje bestille en ny kabel.)
Ofte lite strøm i batteriene	Før du legger bort CBR, må du gå riktig ut av RANGER-programmet (med QUIT) og eventuelle andre CBR- eller CBL-programmer og koble CBR fra kalkulatoren.
Når du prøver å kjøre RANGER-programmet, skjer ingenting	Hvis du redigerer eller viser RANGER-programmet, kan det ta opptil to minutter for kalkulatoren å klargjøre programmet for kjøring neste gang du vil bruke det. Dette er normalt.
Feilmelding: Variable is locked or protected (gjelder bare TI-92)	Du må låse opp variablene L1, L2, L3, L4 og L5. Se håndboken for kalkulatoren.

Informasjon om service og garanti på TI-produkter

Informasjon om service for TI-produkter

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

Elektronisk post: ti-cares@ti.com

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

Informasjon om service og garantibetingelser

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

RANGER

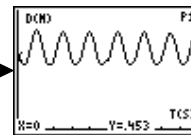
MAIN MENU

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

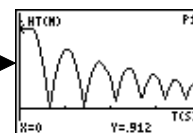
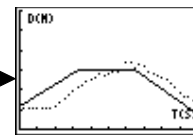
NONE
LIGHT
MEDIUM
HEAVY

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

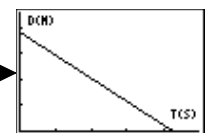
REALTIME=YES

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