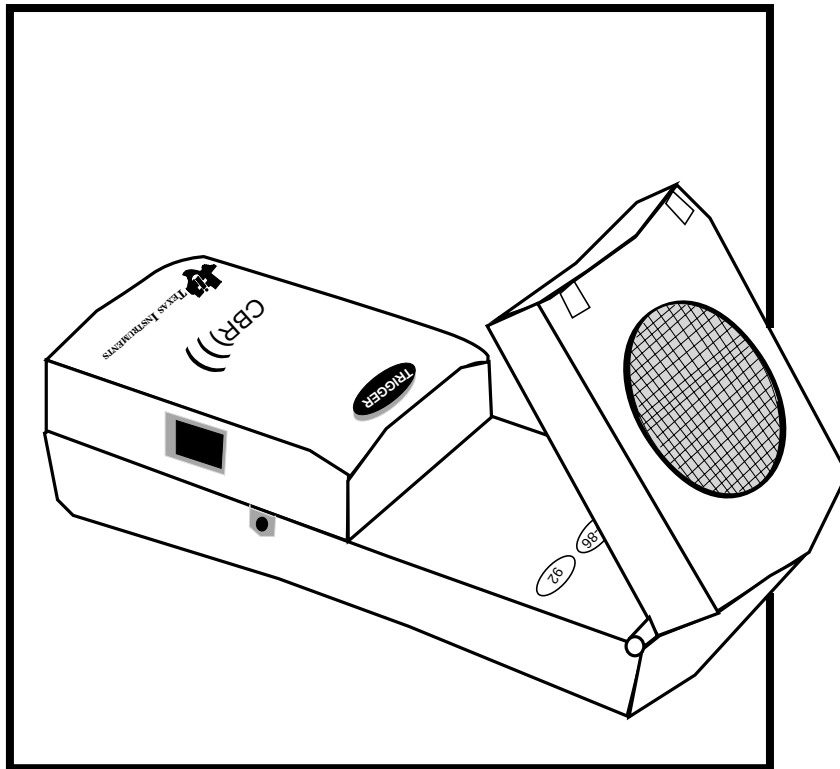


Texas Instruments

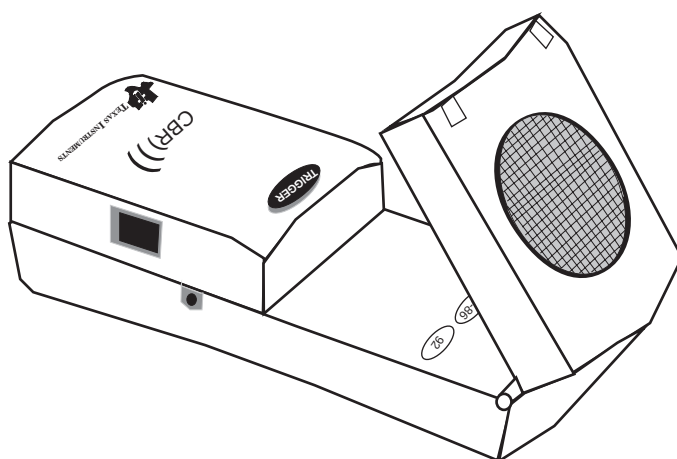


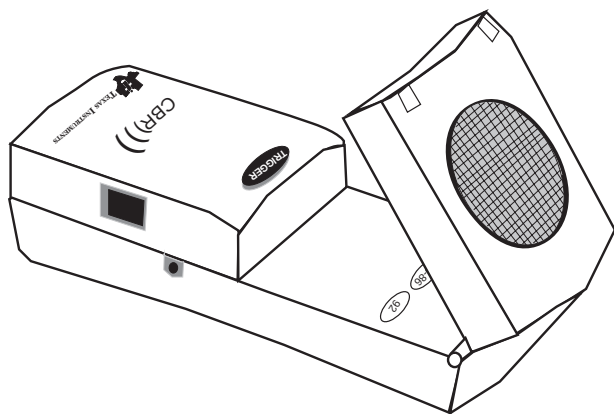
**Calculator-Based Ranger™
(CBR™)**

CBRTM-ALOITUSOPAS

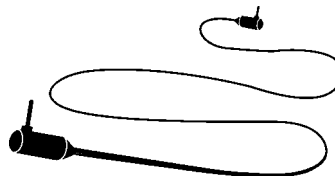
SISÄLTÄÄ

5 HARJOITUSTEHTÄVÄÄ

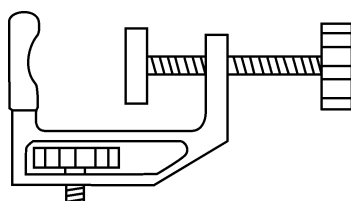




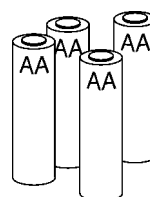
Calculator-Based Ranger™ (CBR™)



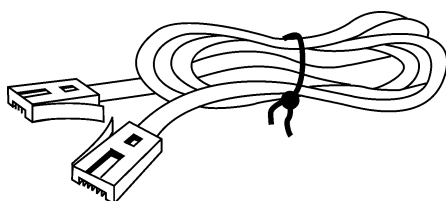
Laskin-CBR-kaapeli



Puristin



4 AA-paristoa



CBL-CBR-kaapeli

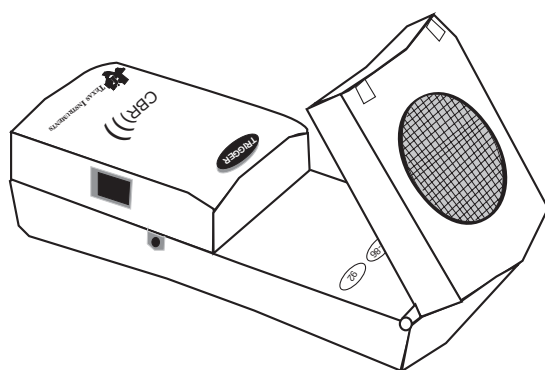
Tärkeää

Texas Instruments ei anna mitään takuuta, ei suoraa eikä epäsuoraa, mukaan luettuna, mutta ei niihin rajoitettuna, kaikenlainen kaupattavuus tai tiettyyn tarkoitukseen sopivuus, koskien kaikkia ohjelmia tai painettua aineistoa, ja jättää tällaisen aineiston käytettäväksi yksinomaan periaatteella "siinä muodossa kuin on".

Missään tapauksessa ei Texas Instruments ole vastuussa kenellekään erityisistä, epäsuorista, satunnaisista, tai välillisistä vahingoista näiden materiaalien hankkimisen tai käytön yhteydessä tai niistä johtuen, ja Texas Instruments Inc.:ille jäävä ainoa ja yksinomainen vastuu, toiminnan muodosta riippumatta, ei ylitä tämän laitteen hankintahintaa. Texas Instruments ei myöskään ota vastuuta mistään eikä minkäänlaisesta vaateesta, joka koskee näiden materiaalien käyttöä toisen osapuolen toimesta.

© 1997 Texas Instruments Incorporated.
Kaikki oikeudet pidätetään.

Opettajat voivat kopioida tämän julkaisun opetustarkoituksessa luokkahuone-, laboratorio- tai seminaarikäyttöön, kunhan kopioissa on Texas Instrumentsin copyright-ilmoitus. Nämä sivut on suunniteltu kopioitavaksi opetustarkoituksessa luokkahuone-, laboratorio- tai seminaarikäyttöön siten, että kussakin kopiossa on Texas Instrumentsin copyright-ilmoitus. Näitä kopioita ei saa myydä ja niiden jakaminen muulla tavalla on ehdottomasti kielletty. Edellä mainittuja tapauksia lukuunottamatta Texas Instruments Incorporatedilta on hankittava kirjallinen lupa tämän julkaisun tai sen osien kopioimiseen tai jakamiseen missään muodossa tai millään sähköisellä tai mekaanisella tavalla, mukaan lukien tietojen tallennus ja palautus -järjestelmissä, ellei paikalliset tekijänoikeuslait sitä salli. Lisätietoja saa osoitteesta: Texas Instruments Incorporated, PO Box 149149, Austin, TX, 78714-9149, M/S 2151, Attention: Contracts Manager.



Esittely

Mikä CBR on?	2
CBR:n käytön aloittaminen: kolme helppoa vaihetta	4
Vihjeitä tehokasta tietojenkeruuta varten	6

Laskentaharjoitukset, opettajan tiedot ja oppilaan työlomakkeet

Harjoitus 1 — Toista kuvaaja	lineaarinen	13
Harjoitus 2 — Leikkiauto	lineaarinen	17
Harjoitus 3 — Heiluri	sinimuotoinen	21
Harjoitus 4 — Pomppiva pallo	parabolinen	25
Harjoitus 5 — Vierivä pallo	parabolinen	29
Opettajan tiedot		33

Tekniset tiedot

CBR-tiedot tallennetaan joukkoihin	37
RANGER-asetukset	38
CBR:n käyttö CBL:n tai CBL-ohjelmien kanssa	39
Ohjelmointikomennot	40

Huoltotiedot

Paristot	42
Ongelman ilmetessä	43
TI-huolto ja takuu	44

RANGER-valikkokaavio

takakannen sisäosa

CBR™ (Calculator-Based Ranger™)

liikkeenilmaisim

käytettäväksi TI-82-, TI-83-, TI-85/CBL-, TI-86- ja TI-92-laskimen kanssa
tuo käytännön tiedonkeruun ja -analysoinnin luokahuoneeseen
helppo käyttää, sisältää kaiken tarvittavan
ei vaadi ohjelmointia

Sisältää RANGER-ohjelman

monipuolinen RANGER-ohjelma on vain yhden painikkeen päässä
MATCH- ja BOUNCING BALL -ohjelma sisältyy RANGERiin
ensisijaiset otosparametrit on helppo määrittää

CBR:n toiminnot

CBR:n ja TI-funktio-laskimen avulla oppilaat voivat kerätä, tarkastella ja analysoida liiketietoja ilman vaivalloisia mittauksia ja kuvaajien piirtämistä käsin.

CBR:n avulla oppilaat voivat tutkia etäisyyden, nopeuden, kiihtyvyyden ja ajan välisiä suhteita käyttämällä itse tekemistään kokeista keräämiään tietoja. Oppilaat voivat tutkia matemaattisia ja fysikaalisia käsitteitä, kuten

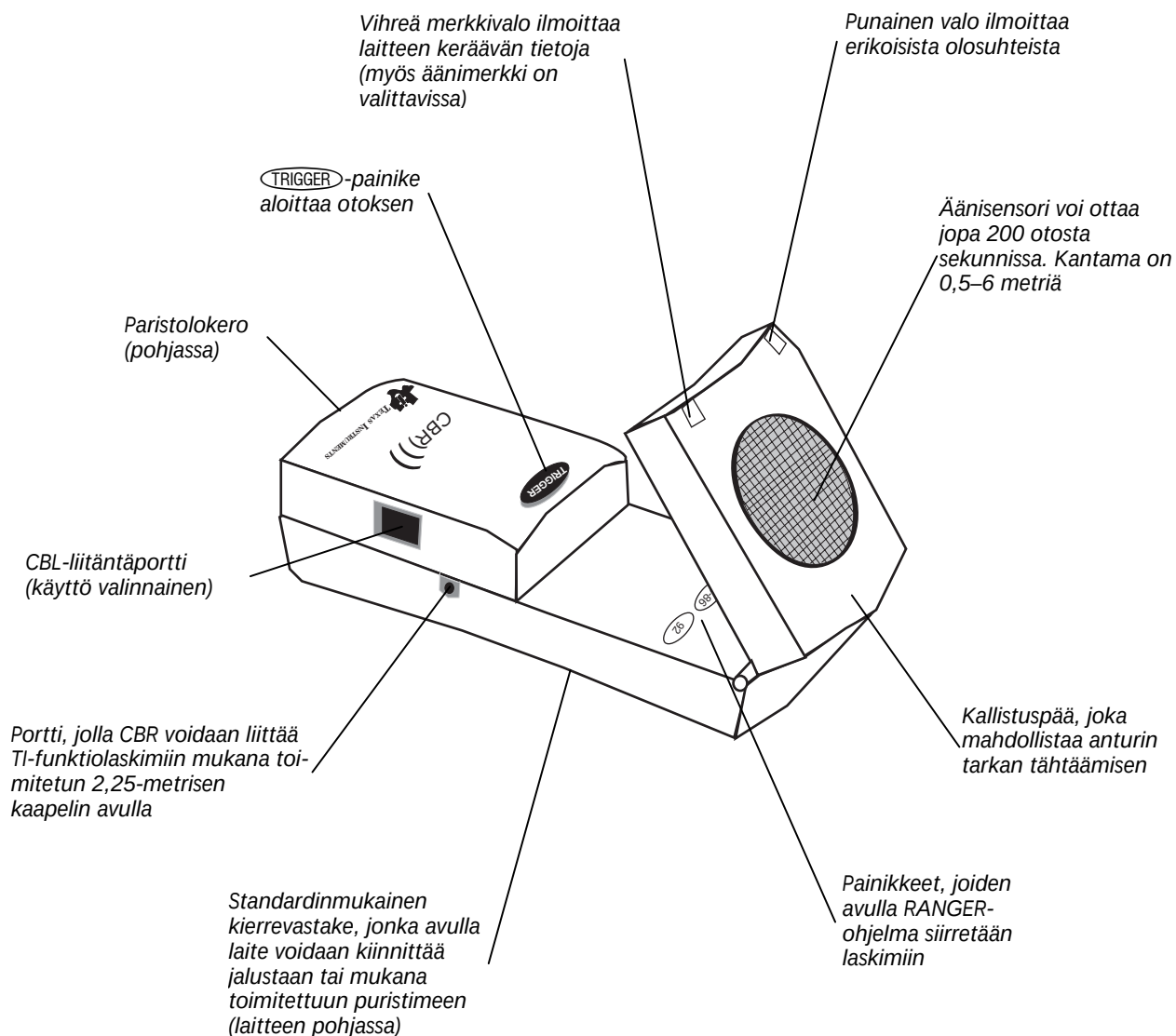
- liikettä: *etäisyys, nopeus, kiihtyvyys*
- kuvaajia: *koordinaatiston akselit, kulmakerroin, akseleiden leikkauspisteet*
- funktioita: *lineaarinen, toisen asteen, eksponentiaalinen, sinimuotoinen*
- differentiaalimatematiikkaa: *derivaatat, integraalit*
- tilastotiedettä ja tietojen analysointia: *tiedonkeruutavat, tilastollinen analyysi.*

Tämän oppaan sisältö

CBR™-aloitusopas on suunniteltu oppaaksi opettajille, joilla ei ole kattavaa laskin- tai ohjelmointikokemusta. Opas sisältää pika-aloitusohjeet CBR:n käyttöä varten, vihjeitä tehokasta tietojenkeruuta varten ja viisi harjoitusta, joissa tutkitaan liikkeen perusfunktioita ja ominaisuuksia. Näissä harjoituksissa (katso sivut 13–32) on

- opettajan tiedot kutakin harjoitusta varten sekä yleistietoja opettajalle
- vaiheittaiset ohjeet
- tiedonkeruutoiminta, joka soveltuu kaikille tasoille
- tehtäviä, joissa tietoja tutkitaan tarkemmin, kuten "entä jos" -tilanteet
- ehdotuksia monimutkaisempia tehtäviä varten, jotka soveltuvat differentiaalilaskentaa osaaville sekä osaamattomille oppilaille
- kopioitava oppilaan tehtävälomake, jossa on avoimia eritasoisia kysymyksiä.

Mikä CBR on? (jatkoa)



CBR sisältää kaiken tarvittavan, joten opetustoiminnot voidaan aloittaa helposti ja nopeasti — sinun tarvitsee vain liittää TI-funktiolaskimet (jotkin harjoitukset vaativat helposti saatavilla olevia havaintovälineitä).

- liikkeenilmaisin
- laskin-CBR-kaapeli
- kiinnityspuristin
- RANGER-ohjelma CBR:ssä
- 4 AA-paristoa
- 5 hauskaa
- harjoitustehtävää

CBR:n käytön aloittaminen: kolme helppoa vaihetta

Kun otat CBR:n käyttöön, sinun tarvitsee suorittaa vain kolme yksinkertaista toimenpidettä, joiden jälkeen voit ottaa ensimmäisen tieto-otoksesi!

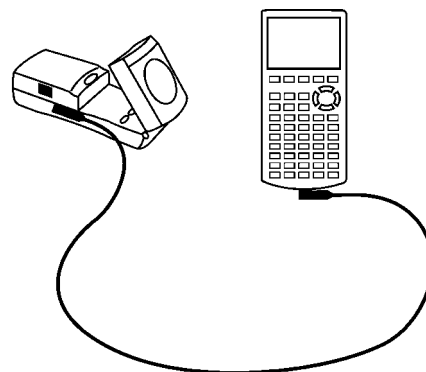
1

Liitä

Liitä CBR TI-funktiolaskimeen laskin-CBR-kaapelilla.

Kiinnitä kaapeli **lujasti** molemmista päistään.

Huomautus: Myös laskimen mukana toimitettu lyhyt laskin-laskin-kaapeli käy tähän tarkoitukseen.



2

Siirrä

CBR:ssä on kutakin laskinmallia varten mukautettu ohjelma: RANGER. Oikean ohjelman siirtäminen CBR:stä laskimeen on helppoa.

Valmistele ensin laskin vastaanottamaan ohjelma (katso alla kuvatut näppäinyhdistelmät).

TI-82 tai TI-83	TI-85/CBL tai TI-86	TI-92
2nd [LINK] ▶ ENTER	2nd [LINK] F2	Siirry perusnäyttöön.

Avaa seuraavaksi CBR:n kallistuspää ja paina oikeaa CBR:n ohjelmansiirtopainiketta.

82/83

85/86

92

Siirron aikana laskimen näytössä on teksti "RECEIVING" (poikkeus: TI-92). Kun siirto on suoritettu, CBR:n vihreä valo välähtää kerran, CBR antaa yhden äänimerkin, ja laskimen näytössä on teksti "DONE". Jos tiedon-siirrossa on ongelmia, CBR:n punainen valo välähtää kahdesti ja CBR antaa kaksi äänimerkkiä.

Kun olet siirtänyt RANGER-ohjelman CBR:stä laskimeen, sitä ei tarvitse enää siirtää uudelleen, ellet poista sitä laskimen muistista.

Huomautus: Ohjelma ja tiedot tarvitsevat noin 17 500 tavua muistia. Sinun on ehkä poistettava ohjelmia ja tietoja laskimen muistista. Voit tallentaa ohjelmat ja tiedot siirtämällä ne ensin tietokoneeseen TI-Graph Link™ -ohjelman avulla tai toiseen laskimeen laskin-laskin-kaapelin tai laskin-CBR-kaapelin avulla (katso laskimen ohjekirja).

3

Suorita

Suorita RANGER-ohjelma (katso alla kuvatut näppäinyhdistelmät).

TI-82 tai TI-83	TI-85/CBL tai TI-86	TI-92
Paina [PRGM] . Valitse RANGER. Paina [ENTER] .	Paina [PRGM] [F1] . Valitse RANGER. Paina [ENTER] .	Paina [2nd] [VAR-LINK] . Valitse RANGER. Paina [] [ENTER] .

Näkyviin tulee aloitusnäyttö.

Paina **[ENTER]**. Näyttöön tulee MAIN MENU -valikko.

MAIN MENU	
SETUP/SAMPLE	→ tarkastele tai muuta asetuksia ennen otantaa
SET DEFAULTS	→ muuta asetukset oletusasetuksiksi
APPLICATIONS	→ DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, BALL BOUNCE
PLOT MENU	→ piirtoasetukset
TOOLS	→ GET CBR DATA, GET CALC DATA, STATUS, STOP/CLEAR
QUIT	

Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SET DEFAULTS. SETUP-näyttö tulee näkyviin. Valitse START NOW painamalla **[ENTER]**. Valmistelee harjoitus ja aloita tiedonkeruu painamalla **[ENTER]**. Yksinkertaista!

Pääset aloittamaan nopeasti, kun suoritat jonkin tässä oppaassa kuvatun harjoituksen!

Tärkeää

- Tämä opas koskee kaikkia TI-funktiolaskimia, joita voi käyttää CBR:n kanssa, joten jotkin valikkojen nimet eivät ehkä vastaa laskimesi valikkojen nimiä.
- Kun valmistelet harjoitusta, varmista, että CBR on tukevasti paikallaan ja että johto ei aiheuta kompastumisvaaraa.
- Lopeta RANGER-ohjelma aina QUIT-vaihtoehtoa käyttäen. RANGER-ohjelma katkaisee CBR:n virran oikein, kun QUIT-toimintoa käytetään. Tämä varmistaa sen, että CBR alustetaan oikein seuraavalla käyttökerralla.
- Irrota CBR aina laskimesta ennen CBR:n pakkaamista.

Hyvälaatuisten otosten saaminen

Kuinka CBR toimii?

Kun tiedät, kuinka liikkeenilmaisimien toimii, voit saada hyvälaatuisia tietokuvia. Liikkeenilmaisimien lähettää ultraäänipulssin ja mittaa, kuinka kauan aikaa kuluu, ennen kuin pulssi kimpoaa takaisin.

CBR, kuten kaikki liikkeenilmaisimet, mittaa ajan, joka kuluu ultraäänipulssin lähettämisestä ensimmäiseen palaavaan kaikuun, mutta CBR:ssä on sisäinen mikroprosessori, joka tekee paljon muutakin. Kun tiedot kerätään, CBR laskee kohteen etäisyyden CBR:stä käyttämällä laskutoimituksessa äänen nopeutta. Tämän jälkeen se laskee etäisyystiedon ensimmäisen ja toisen derivaatan ajan suhteen. Näin tulokseksi saadaan nopeus- ja kiihtyvyydet. CBR tallentaa nämä mittaustulokset joukkoihin L1, L2, L3 ja L4.

CBR:n laskutoimitusten suorittaminen erikseen laskimella on mielenkiintoinen harjoitustehtävä.

- 1 Kerää otostiedot "REALTIME=NO"-tilassa. Lopeta RANGER-ohjelma.
- 2 Käytä joukon L1 otosaikoja yhdessä joukon L2 etäisyystietojen kanssa ja laske kohteen nopeus kullakin otoshetkellä. Vertaa tuloksia joukon L3 nopeustietoihin.

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

- 3 Käytä joukon L3 nopeustietoja (tai oppilaan laskemia arvoja) yhdessä joukon L1 otosaikojen kanssa ja laske kohteen kiihtyvyys kullakin otoshetkellä. Vertaa tuloksia joukon L4 kiihtyvyyksiin.

Kohteen koko

Pienen kohteen käyttäminen suurella etäisyydellä CBR:stä pienentää tarkan tuloksen saamisen mahdollisuutta. Esimerkiksi 5 metrin etäisyydeltä on helpompaa havaita jalkapallo kuin pingispallo.

Minimikantama

Kun CBR lähettää pulssin, pulssi osuu kohteeseen ja kimpoaa takaisin ja CBR vastaanottaa sen. Jos objekti on alle 0,5 metrin etäisyydellä, peräkkäiset pulssit voivat olla päällekkäin, ja CBR voi tunnistaa ne väärin. Kuvaaja on tässä tapauksessa virheellinen, joten sijoita CBR ainakin 0,5 metrin päähän kohteesta.

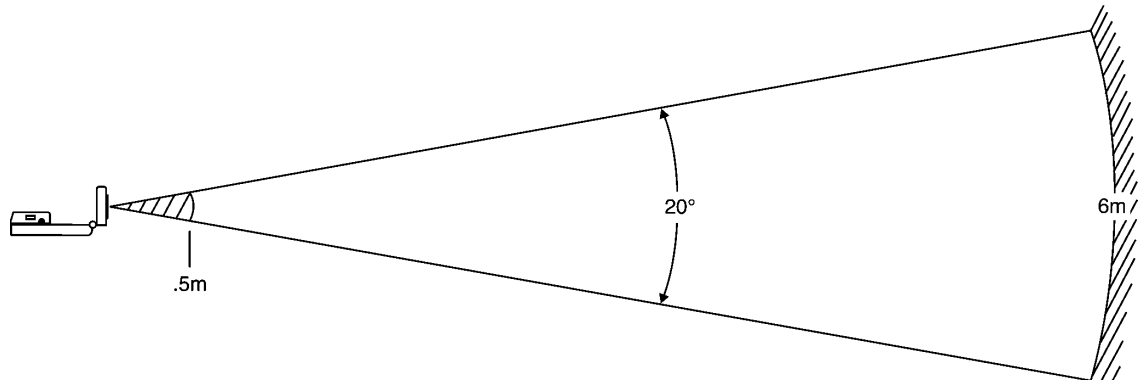
Maksimikantama

Kun pulssi kulkee ilmassa, sen teho heikkenee. Noin 12 metrin (6 metriä kohteeseen ja 6 metriä takaisin CBR:ään) matkan jälkeen palautuva kaiku voi olla liian heikko, jotta CBR tunnistaisi sen varmasti. Tämä rajoittaa normaalin luotettavan etäisyyden CBR:stä kohteeseen enintään 6 metriin.

Esteetön alue

CBR-säde ei ole ohut, viivamainen säde, vaan se levittäytyy jopa 10° kaikkiin suuntiin kartiomaisena keilana.

Vältä lähistöllä olevien muiden esineiden aiheuttamia häiriöitä luomalla *esteetön alue* CBR-säteiden reitille. Tämä varmistaa sen, että CBR ei havaitse muita esineitä kuin kohteen. CBR havaitsee esteettömällä alueella lähimpänä olevan esineen.



Heijastavat pinnat

Jotkin pinnat heijastavat pulsseja paremmin kuin muut. Saat paremmat tulokset käyttämällä suhteellisen kovaa ja tasapintaista palloa kuin käyttämällä tennispalloa. Vastavasti kovia, heijastavia pintoja sisältävässä huoneessa otetut otokset saattavat sisältää virheellisiä datapisteitä. Epäsäännöllisen muotoisten pintojen mittaus (leikkiautojen pintojen mittaus tai kävellessä tehty mittaus) voi vaikuttaa epätasaiselta.

Liikkumattoman kohteen etäisyys-aika-kuvaajan lasketussa etäisyysarvoissa voi olla pieniä vaihteluita. Jos jokin näistä arvoista piirtyy eri kuvapisteeseen, odotuksenmukaisessa suorassa viivassa voi olla ajoittaisia hypähdyksiä. Nopeus-aika-kuvaaja voi olla tätäkin rosoisempi, koska kahden pisteen välinen etäisyyden ero ajan suhteen on määritelmän mukaan nopeus. Käytä saatuihin tietoihin haluamaasi tasoitusta.

Vihjeitä tehokasta tietojenkeruuta varten (jatkoa)

RANGER-asetukset

Otosajat

TIME on se kokonaisaika sekunteina, jonka aikana koko otanta suoritetaan. Syötä kokonaisluku väliltä 1 sekunti (nopeasti liikkuva kohde) - 99 sekuntia (hitaasti liikkuva kohde). Jos asetus REALTIME=YES on käytössä, TIME on 15 sekuntia.

Kun TIME on pieni luku, kohteen on sijaittava lähellä CBR:ää. Esimerkiksi, kun TIME=1 SECOND, kohde voi olla enintään 1,75 metrin etäisyydellä CBR:stä.

Aloittaminen ja lopettaminen

RANGER-ohjelman SETUP-näytössä on useita vaihtoehtoja otannan aloittamiseen ja lopettamiseen.

- BEGIN ON: [ENTER]. Aloittaa otannan, kun laskimen [ENTER]-näppäintä painetaan. Otannan suorittaja sijaitsee laskimen lähellä.
- BEGIN ON: [TRIGGER]. Käynnistää ja lopettaa otannan CBR:n [TRIGGER]-näppäimellä. Otannan suorittaja sijaitsee CBR:n lähellä.
Tässä tapauksessa CBR voi olla erillään laskimesta. Tällä tavalla voit valmistella otannan, irrottaa CBR:n johdon, siirtää CBR:n otantapaikalle, painaa [TRIGGER], suorittaa otannan, liittää CBR:n uudelleen ja siirtää tiedot painamalla [ENTER]. Käytä BEGIN ON: [TRIGGER] -asetusta, jos johto ei ole riittävän pitkä tai jos johto häiritsisi tiedonkeruuta. Tämä asetus ei ole valittavissa REALTIME=YES-tilassa (esimerkiksi MATCH-sovelluksessa).
- BEGIN ON: DELAY. Aloittaa otannan, kun [ENTER]-näppäimen painamisesta on kulunut 10 sekuntia. Tämä on erittäin käytännöllistä, kun harjoitustehtävän suorittaa vain yksi henkilö.

Trigger-näppäin

[TRIGGER]-näppäimen toiminta määräytyy asetusten mukaan.

- [TRIGGER] aloittaa otannan, vaikka BEGIN ON: [ENTER] tai BEGIN ON: DELAY olisi valittuna. Se myös lopettaa otannan, mutta yleensä otanta kannattaa suorittaa loppuun.
- Kun otanta on suoritettu REALTIME=NO-tilassa, [TRIGGER] toistaa automaattisesti viimeisimmän otannan, mutta ei siirrä tietoja laskimeen. Jos haluat siirtää nämä tiedot laskimeen, valitse MAIN MENU -valikosta TOOLS, GET CBR DATA. (Voit myös toistaa otannan valitsemalla PLOT MENU -valikosta vaihtoehdon REPEAT SAMPLE tai SETUP-näytöstä vaihtoehdon START NOW.)

Tasointus

RANGER-ohjelman tasointustoiminnot voivat vähentää etäisyysmittauksen virhesignaalien tai muutosten vaikutusta. Vältä liiallista tasointusta. Aloita kuvaajan tarkastelu ilman tasointusta tai tasointusarvolla LIGHT. Lisää tasointusta, kunnes tulos on tyydyttävä.

- Jos harjoitustehtävässä on normaalia suurempi mahdollisuus saada virhesignaaleita, lisää tasointusta SETUP-näytössä ennen otantaa (katso sivu 38).
- Voit tasointtaa REALTIME=NO-tilassa kerättyjä tietoja. Laskimen on oltava yhteydessä CBR:ään. Valitse PLOT MENU -valikosta vaihtoehto PLOT TOOLS, SMOOTH DATA ja valitse tasointuksen aste.

Häiriöt — mitä ne ovat ja kuinka niistä pääsee eroon?

Kun CBR vastaanottaa muista esineistä kuin kohteesta heijastuvia signaaleita, kuvaajassa näkyy virheellisiä datapisteitä (häiriöpiikkejä), jotka eivät sovi kuvaajan ulkoasuun. Voit minimoida häiriöiden vaikutuksen seuraavasti:

- Varmista, että CBR on tähdätty suoraan kohteeseen. Ennen kuin suoritat REALTIME=NO-otannan, säädä anturipäätä samalla kun tarkastelet REALTIME=YES-otosta, kunnes saat hyviä tuloksia.
- Yritä suorittaa otanta esteettömällä alueella (katso aiemman sivun *esteetön alue* -sivu 7).
- Valitse suurempi esine, jossa on enemmän heijastuspintaa, tai siirrä esine lähemmäksi CBR:ää (mutta pidä se yli 0,5 metrin päässä).
- Jos useita CBR:iä käytetään samassa huoneessa, ryhmän tulisi suorittaa otanta loppuun ennen kuin seuraava ryhmä aloittaa omaansa.
- Jos REALTIME=YES-otannassa on häiriöitä, toista otanta yhä suuremmalla tasointuksella, kunnes tulos on tyydyttävä. (Tasointusta ei voi muuttaa DISTANCE MATCH-, VELOCITY MATCH- tai BALL BOUNCE -sovelluksissa.)
- Jos REALTIME=NO-otannassa on häiriöitä, voit suurentaa alkuperäisten tietojen tasointuksen määrää.

Äänen nopeus

Kohteen etäisyyden laskennassa käytetään äänen nimellisa nopeutta. Varsinainen äänen nopeus määräytyy useasta tekijästä, joista suurin on ilman lämpötila. Suhteellista liikettä mitattaessa tämä tekijä ei ole tärkeä. Erittäin tarkkoja mittaustuloksia vaativissa harjoituksissa voidaan käyttää ohjelmointikomentoa määrittämään ilman lämpötila (katso sivut 40–41).

REALTIME=YES

Käytä REALTIME=YES-tilaa

- kun mittaat hitaita kohteita
- jos haluat nähdä tulokset samalla, kun ne otetaan
- kun tarvitset otannasta vain yhdenlaiset tiedot tai tietojen kuvaajan (etäisyys, nopeus tai kiihtyvyys).

REALTIME=YES-tilassa CBR laskee pyydetyt kuvaajatiedot (etäisyyden, nopeuden tai kiihtyvyyden), jotka siirretään laskimeen kunkin etäisyysmittauksen jälkeen. Tämän jälkeen RANGER piirtää yhden kyseistä pulssia vastaavan kuvapisteen.

Koska kaikki nämä toimet on suoritettava, ennen kuin seuraavaa otosta pyydetään, otosten enimmäistiheys on rajoitettu REALTIME=YES-tilassa.

Yhden datapisteen tietojen otos, käsittely ja tiedonsiirto kestää noin 0,080 sekuntia. Pisteen piirtäminen ja muut vastaavat toiminnot vievät lisää aikaa, mikä hidastaa tehokkaan otostiheyden noin 0,125 sekuntiin RANGERissa.

REALTIME=NO

Käytä REALTIME=NO-tilaa

- kun mittaat nopeita kohteita
- kun tarvitaan tasoitusta (katso sivu 9)
- jos käytät CBR:ää ilman laskinta (katso sivu 11)
- kun tarvitset otannasta kaikenlaisia tietoja tai tietojen kuvaajia (etäisyys, nopeus ja kiihtyvyys).

REALTIME=NO-tilassa tiedot tallennetaan CBR:ään, eikä niitä siirretä laskimeen ennen kuin koko otanta on suoritettu. Osoväli voi olla jopa 0,005 sekuntia, jos kohteen etäisyys on pieni. Tiedot ajasta sekä kohteen etäisyydestä, nopeudesta ja kiihtyvyydestä siirretään laskimeen.

Koska tiedot on tallennettu CBR:ään, voit siirtää tiedot laskimeen useaan kertaan.

- Joka kerran kun muutat tasoitusta, CBR käyttää uutta tasoituskerrointa, siirtää muokatut tiedot laskimeen ja tallentaa tasoitetut arvot joukkoihin.
- Käyttöalueen valitseminen muuttaa laskimen tallennettuja joukkoja. Voit palauttaa alkuperäiset tiedot CBR:stä tarvittaessa. Valitse RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta valikko TOOLS. Valitse TOOLS-valikosta vaihtoehto GET CBR DATA.
- Useat oppilaat voivat jakaa samat tiedot, vaikka he käyttäisivät erimallisia TI-funktio-laskimia. Tällä tavalla kaikki oppilaat voivat osallistua tietojen analysointiin käyttäen samoja tietoja (katso sivu 11).

CBR:n käyttö erillään laskimesta

Koska CBR ei voi lähettää tietoja suoraan laskimeen, kun sitä ei ole liitetty laskimeen, erilliskäyttö vaatii tiettyjä asetuksia SETUP-näytössä.

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

RANGER-ohjelma antaa kehoitteen, koska CBR voidaan irrottaa ja koska se voidaan liittää uudelleen. Irrottaminen ja liittäminen eivät vaadi erityistoimenpiteitä.

Tietojen yhteiskäyttö

Haluatko, että koko luokka analysoi samoja tietoja samanaikaisesti? CBR:n avulla voit jakaa REALTIME=NO-tiedot nopeasti koko luokalle.

- ❶ Siirrä RANGER-ohjelma kaikkien oppilaiden laskimiin ennen tiedonkeruuta.
- ❷ Kerää tiedot, kun CBR on REALTIME=NO-tilassa.
- ❸ Pyyde ensimmäistä oppilasta liittämään laskimensa CBR:ään joko laskin-CBR-kaapelin tai laskin-laskin-kaapelin avulla.
- ❹ Valitse RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta valikko TOOLS. Valitse TOOLS-valikosta vaihtoehto GET CBR DATA. Teksti TRANSFERRING... ja kuvaaja tulevat näyttöön.
- ❺ Palaa PLOT MENU -valikkoon painamalla **ENTER** ja valitse QUIT. Irrota kaapeli.
- ❻ Liitä toinen (samanlainen) laskin tiedot sisältävään laskimeen. Valitse tästä toisesta laskimesta RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta valikko TOOLS. Valitse TOOLS-valikosta vaihtoehto GET CALC DATA. Joukot L1, L2, L3, L4 ja L5 siirretään automaattisesti tähän toiseen laskimeen.
- ❼ Siirrä tiedot toisen oppilaan laskimeen CBR:stä samalla kun oppilaat jatkavat tietojen siirtoa laskimesta laskimeen.

Kun kaikilla oppilailla on samat tiedot, he voivat analysoida tietoja RANGER-ohjelman vaihtoehdolla PLOT MENU tai ilman RANGER-ohjelmaa käyttämällä laskimen joukko- ja piirtotoimintoja.

Jos haluat jakaa tiedot TI-85-laskimeen, käytä RANGER-ohjelman ulkopuolista LINK-toimintoa joukkojen siirtämiseen.

Vihjeitä tehokasta tietojenkeruuta varten (jatkoa)

Muutakin kuin tavallista tietojenkeruuta

Kun olet kerännyt tiedot RANGER-ohjelmaan ja piirtänyt tietojen kuvaajan, voit verrata tietoja funktioon. Koska tiedot on kerätty joukoiksi ja ne esitetään tilastollisina kuvaajina, voit tutkia tätä suhdetta **[TRACE]**-, **[GRAPH]**- ja **[Y=]**-näppäinten avulla.

RANGER-ohjelmassa

- Tutki kuvaajia TRACE-toiminnon avulla, joka on automaattisesti käytössä. (Käytä TI-85-laskimessa vapaasti liikkuvaa kohdistinta.)
- Muokkaa tietosarjaa esimerkiksi tasoittamalla tietoja tai valitsemalla haluamasi käyttöalue.

Ilman RANGER-ohjelmaa

- Tutki tietoja laskimen joukkoeditorin avulla.
- Mallinna funktio tietoihin manuaalisesti käyttämällä laskimen Y=-editoria.
- Määritä tietoihin parhaiten sopiva yhtälö automaattisesti laskimen regressiotoimintojen avulla.

RANGER-ohjelman piirtovaihtoehtojen lisäksi voidaan tutkia myös muita suhteita. Esimerkiksi samanaikaisia etäisyys-aika- ja nopeus-aika-kuvaajia voidaan tarkastella tilastollisena kuvaajana. Valitse RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta vaihtoehto QUIT ja määritä kuvaaja Plot1 joukkojen L1 ja L2 suhteeksi ja kuvaaja Plot2 joukkojen L1 ja L3 suhteeksi. (Sinun täytyy ehkä myös muuttaa ikkunan asetuksia.)

Tiedot ja kuvaajat voidaan lähettää tietokoneeseen TI-Graph Link -ohjelman avulla. Tämä on erityisen käytännöllistä, kun oppilaat kirjoittavat tarkemman raportin harjoitustehtävän tuloksista.

CBR:n käyttö ilman RANGER-ohjelmaa

Voit käyttää CBR:ää liikkeenilmaisimena CBL:n tai muiden ohjelmien kuin RANGER-ohjelman kanssa.

- Lisätietoja CBR:n käytöstä CBL:n kanssa on sivulla 39.
- Lisätietoja ohjelmien ja harjoitustehtävien hankkimisesta on sivulla 36.
- Omien ohjelmien kirjoittamista varten on lisätietoja ohjelmointikomennoista sivuilla 40–41.

Perustiedot

Tutkittava funktio: lineaarinen.

MATCH esittelee etäisyyden ja ajan — tai tarkemmin etäisyyden *suhdetta* aikaan. Kun oppilaat yrittävät toistaa kuvaajia kävelemällä ja näkemällä liikkeensä kuvaajan, sijainnin käsitettä voidaan tutkia.

Tutkimuksissa oppilaita pyydetään muuntamaan kävelynopeutensa yksikön metreistä sekunnissa kilometreiksi tunnissa.

Kun oppilaat hallitsevat etäisyys-aika-vertailun, haasta oppilaat nopeus-aika-vertailuun.

Tarvikkeet

- ✓ laskin
- ✓ CBR
- ✓ laskin-laskin-kaapeli

TI ViewScreen™ -piirtoheitinyksikkö mahdollistaa sen, että muut oppilaat voivat katsella harjoitusta, ja lisää harjoituksen hauskuutta.

Vihjeitä

Oppilaat nauttivat tästä harjoituksesta. Varaa harjoitukselle riittävästi aikaa, koska jokainen haluaa kokeilla sitä!

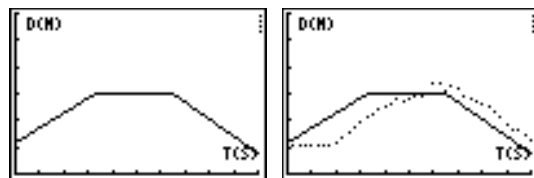
Tämä harjoitus toimii parhaiten, kun kävelevä oppilas itse (ja koko luokka) voi tarkastella kävelijän liikettä, joka heijastetaan seinälle tai kankaalle TI ViewScreenin avulla.

Ohjaa oppilas kävelemään CBR:n säteen suuntaisesti. Oppilaat saattavat joskus yrittää liikkua sivuttain (kohtisuorassa CBR:n säteeseen) tai jopa hypätä!

Ohjeet suosittelevat, että tässä harjoituksessa käytetään mittayksikkönä metrejä. Näin yksiköt vastaavat oppilaan tehtävälomakkeessa olevia kysymyksiä.

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–12.

Tavallisia kuvaajia



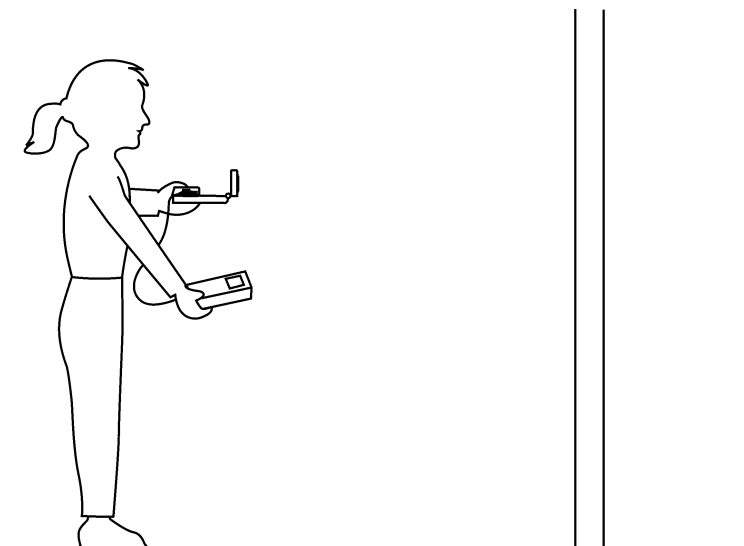
Tavallisia vastauksia

1. aika (otannan alusta); sekunteja; 1 sekunti; etäisyys (CBR:stä kohteeseen); metrejä; 1 metri
2. y-akselin leikkauspiste tarkoittaa aloitusetäisyyttä
3. vaihtelee yksilökohtaisesti
4. taaksepäin (lisää CBR:n ja kohteen välistä etäisyyttä)
5. eteenpäin (vähentää CBR:n ja kohteen välistä etäisyyttä)
6. seisoa paikallaan; kulmakerroin nolla vaatii y:n (etäisyyden) pysymistä vakiona
7. vaihtelee kuvaajan mukaan; $\Delta y/3,3$
8. vaihtelee kuvaajan mukaan; $\Delta y/1$
9. jaksossa, jossa on suurin kulmakerroin (positiivinen tai negatiivinen)
10. tämä on kompakysymys — tasaisessa jaksossa, koska silloin ei tapahdu liikettä!
11. kävelynopeus; hetki, jolloin suuntaa tai nopeutta on muutettava
12. nopeutta
13. vaihtelee kuvaajan mukaan (esimerkki: 1,5 metriä 3 sekunnissa)
14. vaihtelee kuvaajan mukaan; esimerkki: 0,5 metriä / 1 sekunti
esimerkki: $(0,5 \text{ metriä} / 1 \text{ sekunti}) \times (60 \text{ sekuntia} / 1 \text{ minuutti}) = 30 \text{ metriä} / \text{minuutti}$
esimerkki: $(30 \text{ metriä} / 1 \text{ minuutti}) \times (60 \text{ minuuttia} / 1 \text{ tunti}) = 1\,800 \text{ metriä} / \text{tunti}$
esimerkki: $(1\,800 \text{ metriä} / 1 \text{ tunti}) \times (1 \text{ kilometri} / 1\,000 \text{ metriä}) = 0,18 \text{ kilometriä} / \text{tunti}$
Pyydä oppilaita vertaamaan tätä viimeistä arvoa auton nopeuteen, esimerkiksi 96 kilometriä / tunti.
15. vaihtelee kuvaajan mukaan; Δy :n summa kussakin kuvaajan jaksossa.

Tiedonkeruu

- 1 Pidä CBR:ää toisessa kädessäsi ja laskinta toisessa. Tähtää anturi suoraan seinään.

Vihjeitä: Kuvaajien enimmäisetäisyys seinän ja CBR:n välillä on 4 metriä. Minimikantama on 0,5 metriä. Varmista, ettei esteettömällä alueella ole esineitä (katso sivu 7).



- 2 Suorita RANGER-ohjelma (sivulla 5 on kuvaus kunkin laskimen näppäinyhdistelmästä).
- 3 Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto APPLICATIONS. Valitse METERS.
- 4 Valitse APPLICATIONS-valikosta vaihtoehto DISTANCE MATCH. Näyttöön tulee yleisiä ohjeita. DISTANCE MATCH määrittää asetukset automaattisesti.
- 5 Tuo mallikuvaaja näyttöön painamalla **ENTER**. Tutustu kuvaajaan. Vastaa tehtävälomakkeen kysymyksiin 1 ja 2.
- 6 Asetu siihen kohtaan, josta uskot kuvaajan alkavan. Aloita tiedonkeruu painamalla **ENTER**. Kuulet merkkiäänen ja näet vihreän merkkivalon, kun tietoja kerätään.
- 7 Kävele eteenpäin ja taaksepäin ja yritä toistaa kuvaaja. Sijaintisi piirtyy näyttöön.
- 8 Kun otanta on suoritettu, tutki, kuinka hyvin "kävelysi" vastasi kuvaajaa ja vastaa kysymykseen 3.
- 9 Tuo OPTIONS-valikko näyttöön painamalla **ENTER** ja valitse SAME MATCH. Yritä muokata kävelytapaasi ja vastaa kysymyksiin 4, 5 ja 6.

Tutkimus

DISTANCE MATCH -toiminnossa kaikissa kuvaajissa on kolme suoraviivaista jaksoa.

- ❶ Tuo OPTIONS-valikko näyttöön painamalla **[ENTER]** ja valitse NEW MATCH. Tarkastele ensimmäistä jaksoa ja *vastaa kysymyksiin 7 ja 8.*
- ❷ Tutustu koko kuvaajaan ja *vastaa kysymyksiin 9 ja 10.*
- ❸ Asetu siihen kohtaan, jossa kuvaaja alkaa, aloita tiedonkeruu painamalla **[ENTER]** ja yritä toistaa kuvaaja.
- ❹ Kun otanta on suoritettu, *vastaa kysymyksiin 11 ja 12.*
- ❺ Tuo OPTIONS-valikko näyttöön painamalla **[ENTER]** ja valitse NEW MATCH.
- ❻ Tutustu kuvaajaan ja *vastaa kysymyksiin 13, 14 ja 15.*
- ❼ Tuo OPTIONS-valikko näyttöön painamalla **[ENTER]**. Toista harjoitus, jos haluat, tai palaa MAIN MENU -valikkoon ja lopeta RANGER-ohjelma valitsemalla QUIT.

Lisätutkimus

DISTANCE MATCH -ohjelman luomat kuvaajat ovat kaikki suoraviivaisia. Suorita seuraavaksi VELOCITY MATCH -ohjelma, jossa sinun täytyy toistaa nopeus-aika-kuvaaja. Tämä saattaa olla vaikeaa!

MATCH on erittäin suosittu ohjelma. Saatavilla on lisäversioita, jotka tutkivat monimutkaisempia kuvaajia (katso sivu 36).

Harjoitus 1—Toista kuvaaja

Nimi _____

Tiedonkeruu

1. Mikä fysikaalinen ilmiö on x-akselilla? _____
Mitä yksiköitä käytetään? _____ Mikä on koordinaattimerkkien väli? _____
Mikä fysikaalinen ilmiö on y-akselilla? _____
Mitä yksiköitä käytetään? _____ Mikä on koordinaattimerkkien väli? _____
2. Kuinka kaukana seinästä sinun tulisi mielestäsi aloittaa? _____
3. Aloititko liian läheltä, liian kaukaa vai juuri oikeasta kohdasta? _____
4. Pitäisikö sinun kävellä eteen- vai taaksepäin jaksoissa, joissa kuvaaja nousee? _____
Miksi? _____
5. Pitäisikö sinun kävellä eteen- vai taaksepäin jaksoissa, joissa kuvaaja laskee? _____
Miksi? _____
6. Mitä sinun tulisi tehdä jaksossa, joka on tasainen? _____
Miksi? _____

Tutkimus

7. Jos astut yhden askeleen sekunnissa, kuinka pitkä sen askeleen olisi oltava? _____
8. Jos astut metrin pituisia askeleita, kuinka monta askelta sinun olisi otettava? _____
9. Missä jaksossa sinun on liikuttava nopeimmin? _____
Miksi? _____
10. Missä jaksossa sinun on liikuttava hitaimmin? _____
Miksi? _____
11. Sen lisäksi, että sinun pitää valita, käveletkö eteen- vai taaksepäin, mitä muita tekijöitä on otettava huomioon, kun yrität toistaa kuvaajan tarkasti? _____

12. Mitä fysikaalista ilmiötä kulmakerroin eli suoran jakson jyrkkyys kuvaa? _____
13. Kuinka monta metriä sinun on kuljettava ja kuinka monessa sekunnissa matka on kuljettava ensimmäisen jakson aikana? _____
14. Muunna kysymyksen 13 arvo (nopeus) metreiksi/sekunti: _____
Muunna metreiksi/minuutti: _____
Muunna metreiksi/tunti: _____
Muunna kilometreiksi/tunti: _____
15. Kuinka kauas kävelit? _____

Perustiedot

Tutkittava funktio: lineaarinen.

Paristokäyttöisen leikkiauton liikettä käytetään havainnollistamaan vakionopeutta.

Tarvikkeet

- ✓ laskin
- ✓ CBR
- ✓ laskin-CBR-kaapeli
- ✓ paristokäyttöinen leikkiauto
- ✓ TI ViewScreen (valinnainen)

Vihjeitä

Leikkiautot ovat erikokoisia ja -muotoisia, ja niissä on erilaiset ultraäänen heijastuskulmat. Tästä syystä tuloksena saatujen kuvaajien laatu voi vaihdella. Joihinkin autoihin on asennettava lisäheijastuspintaa hyvälaatuisen kuvaajan saamiseksi. Kiinnitä autoon pahvilappu, joka muodostaa hyvän kohteen anturille.

Voit käyttää erilaisia autoja, jolloin oppilaat voivat tutkia näitä vaikutuksia.

Hitaat leikkiautot (pienille lapsille suunnitellut leikkiautot) soveltuvat parhaiten tähän harjoitukseen. Käytä autoa, joka vaikuttaa liikkuvan vakionopeudella.

Vihjeitä tehokkaasta tiedonkeruusta on sivuilla 6–12.

Tutkimus

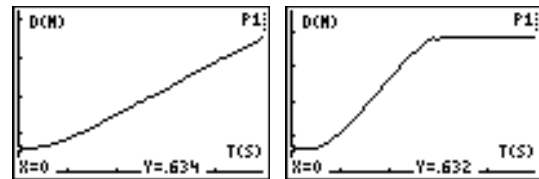
Kohteen etäisyys-aika-kuvaajan kulmakerroin on kohteen senhetkinen nopeus. Tästä syystä tasaisella nopeudella liikkuvan kohteen etäisyys-aika-kuvaajan kulmakerroin on vakio. Siksi etäisyys-aika-kuvaajassa on lineaarinen suhde.

Jos aloitat tiedonkeruun, ennen kuin auto alkaa liikkua, havaitset, että etäisyys-aika-kuvaaja ei ole lineaarinen kuvaajan alussa. Miksi? Auto lähtee levosta ($v = 0$). Se ei saavuta vakionopeuttaan hetkessä. Kiihtyvyys ratkaistaan kaavalla:

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

Jotta kohde saavuttaisi vakionopeutensa levosta välittömästi, $\Delta t = 0$, mutta tämä tarkoittaisi ääretöntä kiihtyvyyttä, joka ei ole fyysisesti mahdollista. (Itse asiassa Newtonin toisen lain, $F = ma$, mukaan ääretön kiihtyvyys vaatisi äärettömän voiman, joka myös on mahdoton.) Tästä syystä meidän on tarkkailtava kohteen kiihtyvyyttä (nopeuden kasvamista) vakionopeutensa tietyn ajanjakson sisällä.

Tavallisia kuvaajia



Vastaukset kysymyksiin

1. ensimmäinen tai viimeinen kuvaaja; etäisyys kasvaa tasaisesti
2. oppilaat syöttävät TRACE-arvot
3. etäisyysarvot kasvavat vakiomäärän
4. nopeus on etäisyyden muutos ajan suhteen; arvot ovat samoja yhtä pitkällä aikavälillä
5. oppilaiden tulisi saada samankaltaisia arvoja kuin m :lle lasketut arvot
samanlaiset kuin m
 m tarkoittaa auton nopeutta
6. b on y-akselin leikkauspiste; esimerkiksi:
 $y = 2x + 0$
7. vaihtelee; esimerkiksi, jos $m = 2$, etäisyys (y) = 20 metriä 10 sekunnin kuluttua ($y = 2 \times 10 + 0$); 1 minuutin kuluttua, $y = 120$ metriä

Lisätutkimus

Nopeus-aika-kuvaajan kulmakerroin tasaisella nopeudella on nolla. Tästä syystä kiihtyvyys-aika-kuvaaja osoittaa $a = 0$ (ihannetapauksessa) sinä aikana, kun nopeus on vakio.

Tuloksena saatu pinta-ala on kohteen siirtymä (kuljettu kokonaismatka) aikavälillä t_1 – t_2 .

Differentiaalilaskentaa osaavat oppilaat voivat ratkaista siirtymän kaavalla:

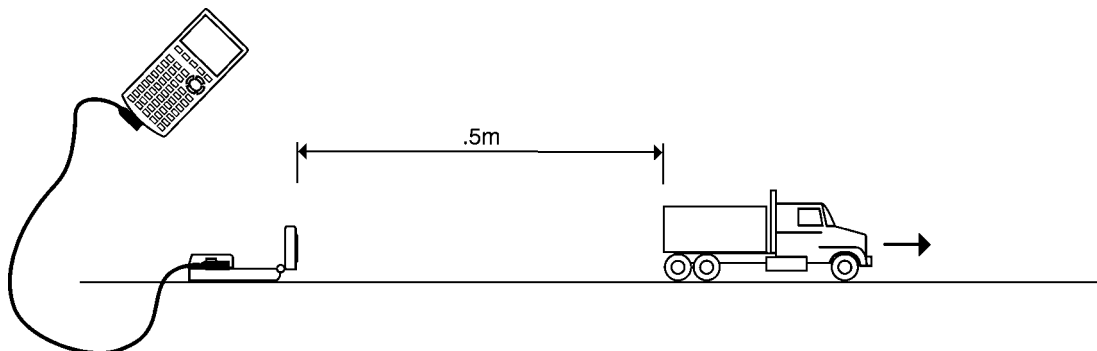
$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

jossa s on kohteen siirtymä aikavälillä t_1 – t_2 .

Tiedonkeruu

- 1 Aseta auto ainakin 0,5 metrin päähän CBR:stä siten, että auton keula osoittaa suoraan pois päin CBR:stä.

Vihjeitä: Suuntaa anturi suoraan autoa kohti ja varmista, ettei esteettömällä alueella ole esineitä (katso sivu 7).



- 2 Ennen kuin aloitat tiedonkeruun, vastaa harjoituslomakkeen kysymyksen 1.
- 3 Suorita RANGER-ohjelma (sivulla 5 on kuvaus kunkin laskimen näppäinyhdistelmästä).
- 4 Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SETUP/SAMPLE. Tätä harjoitusta varten asetusten tulisi olla seuraavat:

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

Ohjeita asetusten muuttamisesta on sivulla 38.

- 5 Valitse START NOW.
- 6 Kun olet valmis aloittamaan, paina [ENTER]. Käynnistä auto ja siirry nopeasti pois esteettömältä alueelta. Kuulet äänimerkin, kun tietoja kerätään ja laskimen näytössä on teksti TRANSFERRING...
- 7 Kun tiedonkeruu on suoritettu, laskin tuo automaattisesti näyttöön kerättyjen datapisteiden etäisyys-aika-kuvaajan.
- 8 Vertaa tietojen pohjalta luotua kuvaajaa ennusteeseesi kysymyksessä 1.

Tutkimus

- ❶ Kysymyksen 2 ensimmäisessä sarakkeessa on arvo x (aika) puolen sekunnin välein. Seuraa kuvaajaa ja kirjoita vastaava y :n arvo (etäisyys) toiseen sarakkeeseen. **Huomautus:** Kirjoita vastaukset vain kuvaajan lineaarisesta osasta. Sinun täytyy ehkä jättää tiedonkeruun alussa olevat poikkeavat tiedot huomiotta. Etäisyys (laskin voi antaa etäisyydet 0,957 ja 1,01 sekunnin kohdalla 1 sekunnin sijaan) täytyy ehkä arvioida. Valitse lähin arvo tai arvioi oikea arvo.
- ❷ Vastaa kysymyksiin 3 ja 4.
- ❸ Laske etäisyyden ja ajan välinen ero kussakin datapisteessä ja täytä kolmas ja neljäs sarakke. Laske esimerkiksi Δ etäisyys (metriä) hetkellä 1,5 sekuntia vähentämällä etäisyys hetkellä 1 sekunti etäisyydestä hetkellä 1,5 sekuntia.
- ❹ Tämä harjoituksen kuvaama funktio on $y = mx + b$. m on viivan kulmakerroin. Sen voi laskea kaavalla:

$$\frac{\Delta \text{etäisyys}}{\Delta \text{aika}} \text{ eli } \frac{\text{etäisyys}_2 - \text{etäisyys}_1}{\text{aika}_2 - \text{aika}_1} \text{ eli } \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Y-akselin leikkauspiste on arvo b .

Laske kunkin pisteen arvo m . Kirjoita arvot kysymyksen 2 taulukkoon.

- ❺ Vastaa kysymyksiin 5, 6 ja 7.

Lisätutkimus

Etäisyys-aika-kuvaajan kulmakertoimen laskeminen antaa tulokseksi kohteen likimääräisen nopeuden kyseisellä hetkellä. Nopeus-aika-kuvaajan kulmakertoimen laskeminen antaa tulokseksi kohteen likimääräisen kiihtyvyyden kyseisellä hetkellä. Jos nopeus on vakio, mikä on kiihtyvyyden arvo?

Ennusta, miltä tämän etäisyys-aika-kuvaajan kiihtyvyyden-aika-kuvaaja näyttää.

Laske ala nopeus-aika-kuvaajan ja x-akselin välillä kahden hetken (t_1 ja t_2) välissä. Tämä voidaan tehdä laskemalla yhteen yhden tai useamman suorakulmion ala, jotka lasketaan kaavalla:

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

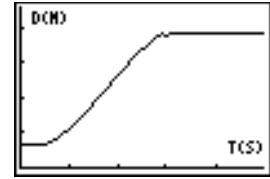
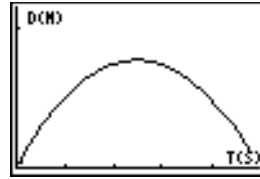
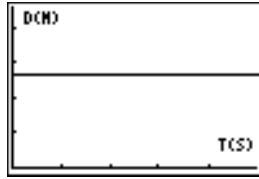
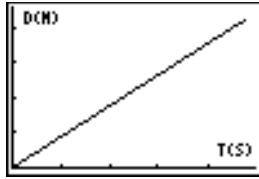
Mitä tuloksena syntyvä ala kuvaa?

Harjoitus 2 — Leikkiauto

Nimi _____

Tiedonkeruu

1. Minkä näistä vaihtoehtoista uskot vastaavan leikkiauton *etäisyys-aika*-kuvaajaa?



Miksi? _____

2.

aika	etäisyys	Δ etäisyys	Δ aika	m
1		xxx	xxx	xxx
1,5				
2				
2,5				
3				
3,5				
4				
4,5				
5				

3. Mitä havaitset etäisyysarvoista? _____

4. Kuinka nämä tulokset osoittavat, että leikkiauton nopeus on vakio? _____

5. Laske Δ etäisyys/ Δ aika välillä aika = 2 ja aika = 4. _____

Mitä havaitsit tästä tuloksesta? _____

Mitä m kuvaa? _____

6. Mikä on b :n arvo lineaarisessa yhtälössä $y = mx + b$? _____

Kirjoita suoran yhtälö muodossa $y = mx + b$. Käytä m :lle ja b :lle laskettuja arvoja. _____

7. Kuinka pitkän matka leikkiauto kulkisi 10 sekunnissa? _____

1 minuutissa? _____

Perustiedot

Tutkittava funktio: sinimuotoinen.

Tutustu yksinkertaiseen harmoniseen liikkeeseen tutkimalla vapaasti liikkuvaa heiluria.

Tarvikkeet

- ✓ laskin
- ✓ CBR
- ✓ laskin-CBR-kaapeli
- ✓ kiinnityspuristin
- ✓ sekuntikello
- ✓ heiluri
- ✓ mittanauha
- ✓ TI ViewScreen (valinnainen)

Painoesimerkkejä:

- erikokoiset pallot (halkaisija ≥ 5 cm)
- tölkit (tyhjä ja täytetty)
- hernepusit.

Vihjeitä

Vihjeitä tehokkaasta tiedonkeruusta on sivuilla 6–12.

Fysikaalinen tausta

Yksinkertainen harmoninen värähtely on jaksollinen liike, jonka aiheuttaa kappaleeseen kohdistuva palauttava voima, joka taas on verrannollinen kappaleen etäisyyteen tasapainoasemasta. Yksinkertainen harmoninen liike voidaan ilmaista kahdella määreellä.

- Jakso T on yhden jakson kesto.
- Amplitudi A on esineen enimmäispoikkeama tasapainoasemasta (painon asema, kun kappale on lepotilassa).

Yksinkertaisen heilurin jakso T ilmaistaan kaavalla

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

jossa L on langan pituus ja g on putoamiskiihtyvyys. T ei ole riippuvainen esineen massasta tai liikkeen amplitudista.

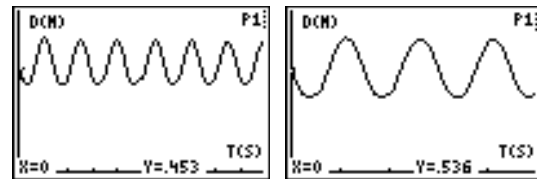
Taajuus f (jaksojen määrä sekuntia kohden) voidaan laskea kaavalla

$$f = \frac{1}{T}, \text{ jossa } f\text{:n yksikkö on hertsi (Hz),}$$

kun T :n yksikkö on sekunti.

Sinimuotoisen kuvaajan derivaatat ovat myös sinimuotoisia. Huomaa erityisesti painon sijainnin ja nopeuden jaksovastaavuus.

Tavallisia kuvaajia



Tavallisia vastauksia

1. vaihtelee (metreinä)
2. vaihtelee (metreinä)
3. vaihtelee (sekunteina); T (yksi jakso) = 10 jakson kokonaisaika/10; pitkän otoksen keskiarvo vähentää mittausvirheiden vaikutusta
4. kaaren kokonaispituus, jonka tulisi olla noin neljä kertaa kysymyksen 2 vastaus; koska kaari on pidempi kuin suora viiva
5. sinimuotoinen, toistuva, jaksollinen; etäisyys x-akselista tasapainoasemaan
6. kukin jakso levittyy vaakatasossa; kuvaajan, jonka kesto on 10 sekuntia, on mahduttettava useita jaksoja samaan näytön tilaan. Tästä syystä jaksot näyttävät olevan lähellä toisiaan
7. (jaksojen lukumäärä)/(5 sekuntia) = jaksoja/sekunti; helpompi tarkastella kokonaisjaksoja, ja mittausvirheitä on vähemmän
8. $f = 1/T$, jossa T on yhden jakson kesto
9. jakso lyhenee; jakso pitenee
(Heilurin pituus on suoraan verrannollinen jakson kesto; mitä pidempi lanka, sen pidempi jakso. Oppilaat voivat tutkia tätä suhdetta laskimen joukkoeditorin avulla. Näin he voivat laskea jakson arvon useilla eri L :n arvoilla.)
10. A (amplitudi) = $\frac{1}{4}$ etäisyydestä, jonka heiluri kulkee yhdessä jaksossa
11. molemmat ovat sinimuotoisia; muutokset ovat amplitudissa ja vaiheessa
12. tasapainoasemassa
13. kun asema = maksimi- tai miniarvo (kun paino on mahdollisimman etäällä tasapainoasemasta).
14. Se ei vaikuta. T :n arvo riippuu vain L :n ja g :n arvosta, ei massasta.

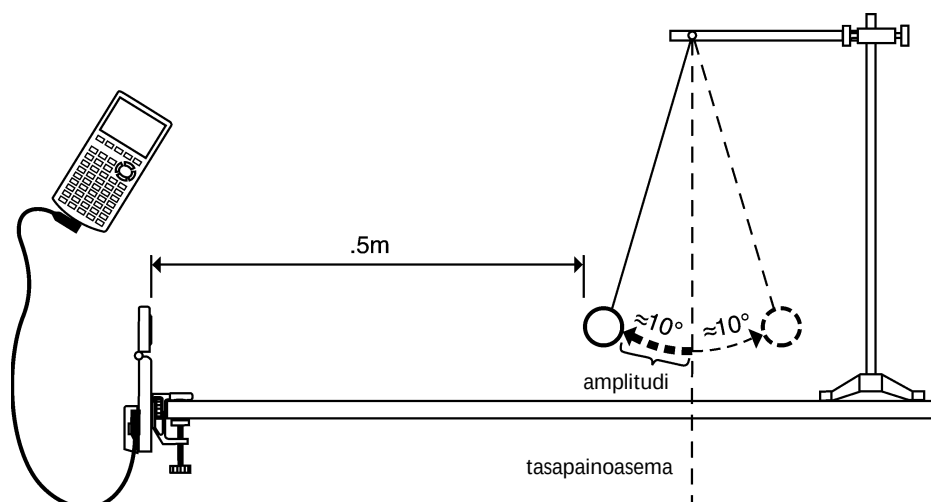
Lisätutkimus

Tiedonkeruu: kuvaaja L2 - L3 muodostaa ellipsin.

Tiedonkeruu

- 1 Valmistele heiluri. Aseta heiluri siten, että se heiluu CBR:n säteen suuntaisesti.

Vihjeitä: Aseta CBR ainakin 0,5 metrin päähän painon lähimmästä asemasta. Varmista, ettei esteettömällä alueella ole esineitä (katso sivu 7).



- 2 Mittaa mittanauhalla etäisyys CBR:stä tasapainoasemaan. Vastaa harjoituslomakkeen kysymykseen 1.

Mittaa, kuinka kauas tasapainoasemasta vedät painoa. Vastaa kysymykseen 2.
- 3 Heilurijakso (jakso) koostuu yhdestä kokonaisesta heilahduksesta taakse ja eteen. Mittaa sekuntikellolla kymmeneen jaksoon kuluva aika. Vastaa kysymyksiin 3 ja 4.
- 4 Suorita RANGER-ohjelma (sivulla 5 on kuvaus kunkin laskimen näppäinyhdistelmästä). Yksi henkilö voi panna heilurin liikkeeseen samalla kun toinen käyttää laskinta ja CBR:ää. Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SETUP/SAMPLE.
- 5 Tuo asetukset näyttöön painamalla **[ENTER]**. Tässä harjoituksessa asetusten tulisi olla seuraavat:

REALTIME:	NO
TIME (S):	10 SECONDS
DISPLAY:	DISTANCE
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	LIGHT
UNITS:	METERS
- 6 Ohjeita asetusten muuttamisesta on sivulla 38. Kun asetukset ovat oikein, valitse START NOW.
- 7 Kun olet valmis aloittamaan, paina **[ENTER]**. Kuulet äänimerkin, kun tietoja kerätään ja laskimen näytössä on teksti TRANSFERRING...
- 8 Kun tiedonkeruu on suoritettu, laskin tuo automaattisesti näyttöön kerättyjen datapisteiden etäisyys-aika-kuvaajan. Vastaa kysymykseen 5.

Tutkimus**Tiedonkeruu 2**

Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SETUP/SAMPLE. Muuta SETUP-näytössä aika 10 sekunnista 5 sekuntiin. Toista tiedonkeruu. Tarkastele kuvaajaa. *Vastaa kysymyksiin 6 ja 7.*

Määrittämäsi arvoa (jaksoa sekunnissa) kutsutaan *taajuudeksi*. Vaikka laskitkin taajuuden kysymyksen 7 kuvaajan avulla, voit ratkaista sen arvon matemaattisesti kaavalla

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{jossa } T \text{ on jakso sekunteina ja } f \text{ on taajuus hertseinä (Hz).}$$

Vastaa kysymykseen 8.

Tiedonkeruut 3 ja 4

Toista 5 sekunnin tiedonkeruu kaksi kertaa. Lyhennä lankaa ensimmäisellä kerralla ja pidennä lankaa toisella kerralla. Kun olet tarkastellut näitä kuvaajia, *vastaa kysymykseen 9.*

Toinen tärkeä etäisyysmitta, joka vaikuttaa heilurin liikkeeseen, on *amplitudi*. Kysymyksen 2 vastaus oli heilurin heilahduksen amplitudi. *Vastaa kysymykseen 10.*

Lisätutkimus**Tiedonkeruu 5**

Valitse PLOT MENU -valikosta vaihtoehto VELOCITY-TIME. *Vastaa kysymyksiin 11, 12 ja 13.*

Tiedonkeruu 6

Toista tiedonkeruu käyttämällä edellistä huomattavasti kevyempää tai raskaampaa painoa ja *vastaa kysymykseen 14.*

Mallinna heilurin etäisyys-aika-käyttäytyminen käyttämällä sinimuotoista funktiota $S = A \sin(\omega t + \delta)$, jossa S on hetkellinen sijainti, A on amplitudi, ω on taajuus, δ on vaihekulma ja t on aika. Taajuus, ω , on suoraan verrannollinen jaksoon, T , seuraavasti: $\omega = 2\pi/T$.

Syötä tämä yhtälö Y=-editoriin käyttämällä A :n ja ω :n laskettuja arvoja. Piirrä tämä funktio ja tilastollinen kuvaaja L1 (aika) - L2 (etäisyys). Muokkaa arvoja A , ω ja δ kunnes kuvaajat vastaavat toisiaan. Käytä TI-83- tai TI-86-laskimen siniregressiomallia arvojen määrittämiseen.

Tutki sijainnin ja nopeuden suhdetta piirtämällä L2 (etäisyys) suhteessa L3:een (nopeuteen). Millaisen ennustat tuloksena saatavan kuvaajan olevan? Vertaa varsinaista tulosta ennusteeseesi.

Tiedonkeruu

1. Mikä on CBR:n etäisyys tasapainoasemasta? _____
2. Kuinka kauas tasapainoasemasta vedät heilurin? _____
3. Kuinka kauan kymmenen jaksoa kestää? _____
Laske, kuinka kauan (sekunteina) yksi jakso kestää. _____
Mitä hyötyä on kymmeneen jaksoon kuluvan ajan laskemisesta yhden jakson sijaan? _____
4. Käytä kysymyksen 2 vastausta ja arvioi heilurin kulkema matka yhdessä jaksossa. _____
Miksi tämä arvo on pienempi kuin varsinainen heilurin kulkema matka yhdessä jaksossa? _____
5. Mitä havaitset kuvaajan muodosta? _____
Kuinka kysymyksen 1 arvo näkyy kuvaajassa? _____

Tutkimus

6. Kuinka kuvaajan ulkoasu muuttuu? Miksi? _____

7. Käytä kuvaajasta kerättyjä tietoja ja laske kokonaisten jaksoiden määrä sekuntia kohti. _____
Miksi tämän arvon laskeminen on helpompaa toisen (5 sekuntia kestävän) kuvaajan avulla kuin ensimmäisen (10 sekuntia kestävän) kuvaajan avulla? _____
8. Laske yhden jakson taajuus yhtälön avulla. _____
9. Kuinka langan lyhentäminen vaikuttaa heilurin jaksoon? _____
Kuinka langan pidentäminen vaikuttaa heilurin jaksoon? _____
10. Mikä on heilurin heilahduksen amplitudin ja heilurin yhden jakson kokonaisliikkeen pituuden suhde? _____

Lisätutkimus

11. Vertaa etäisyys-aika-kuvaajaa nopeus-aika-kuvaajaan. Luettele samankaltaisuudet ja erot. _____

12. Missä asennossa painon nopeus on suurimmillaan? _____
13. Missä asennossa painon nopeus on pienimmillään? _____
14. Kuinka painon vaihtaminen vaikuttaa kuvaajaan? Miksi? _____

Perustiedot

Tutkittava funktio: parabolinen.

Vapaa pudotus ja pomppivat esineet, painovoima ja vakiokiihtyvyys ovat parabolisia funktioita. Tässä harjoituksessa tutkitaan korkeuden, ajan ja kertoimen A arvoja toisen asteen yhtälössä $Y = A(X - H)^2 + K$, joka kuvaa pomppivan pallon liikettä.

Tarvikkeet

- ✓ laskin
- ✓ CBR
- ✓ laskin-CBR-kaapeli
- ✓ suuri (noin 25 cm) pallo
- ✓ TI ViewScreen (valinnainen)

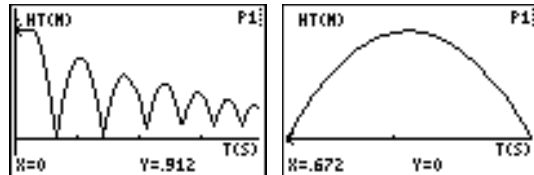
Vihjeitä

Tämä harjoitus soveltuu parhaiten suoritettavaksi pareittain, toinen oppilas pitelee palloa ja toinen painaa **TRIGGER**-painiketta.

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–12.

Kuvaajan tulisi näyttää pomppivalta pallolta. Jos näin ei ole, toista otanta ja varmista, että CBR on suunnattu suoraan palloon. Suosittelemme käytettäväksi suurta palloa.

Tavallisia kuvaajia



Tutkimus

Kun kohde päästetään putoamaan, siihen vaikuttaa vain maan vetovoima (jos ilmanvastusta ei oteta huomioon). Tämän vuoksi A määräytyy painovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden, $-9,8 \text{ m/s}^2$, mukaan. Miinusmerkki ilmaisee, että kiihtyvyys suuntautuu alaspäin.

A :n arvo on noin puolet painovoiman aiheuttamasta kiihtyvyydestä eli $-4,9 \text{ m/s}^2$.

Tavallisia vastauksia

1. aika (otannan alusta); sekunti; korkeus/pallon etäisyys lattiatasosta; metri
2. pallon alkukorkeus lattiatasosta (huiput osoittavat pallon enimmäiskorkeutta kullakin pompulla); lattia on suoralla $y = 0$.

3. Tämän harjoituksen etäisyys-aika-kuvaaja ei esitä etäisyyttä CBR:stä palloon. BALL BOUNCE kääntää etäisyydet siten, että ne vastaavat oppilaan mielikuvaa pallon käyttäytymisestä. Kuvaajan suora $y = 0$ on itse asiassa piste, jossa pallo on kauimpana CBR:stä eli se piste, jossa pallo osuu lattiaan.
4. Oppilaan tulisi ymmärtää, että x -akseli esittää aikaa, ei vaakasuuntaista etäisyyttä.
7. $A = 1$ -kuvaaja on sekä käänteinen että kuvaajaa leveämpi.
8. $A < -1$
9. parabolin kaareutuminen ylöspäin; kaareutuminen alaspäin; lineaarinen
12. sama; matemaattisesti kerroin A osoittaa parabolin kaarevuutta; fysikaalisesti A riippuu vetovoiman aiheuttamasta kiihtyvyydestä, joka on vakio kaikkien pomppujen aikana.

Lisätutkimus

Pallon pompun korkeuden (kyseisen pompun suurimman saavutetun korkeuden) likiarvo voidaan laskea kaavalla

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

- y on pompun korkeus
- h on korkeus, jolta pallo pudotettiin
- p on vakio, joka riippuu pallon ja lattian pinnan fyysisistä ominaisuuksista
- x on pompun järjestysluku

Tietynlaisella pallolla ja tietyllä alkukorkeudella pompun korkeus pienenee eksponentiaalisesti jokaisella pompulla. Kun $x = 0$, $y = h$, joten y -akselin leikkauspiste osoittaa alkukorkeutta.

Innokkaan oppilaat voivat ratkaista tämän yhtälön kertoimet kerättyjen tietojen avulla. Toista harjoitus käyttäen eri alkukorkeuksia, erilaista palloa tai erilaista lattian pintaa.

Kun oppilaat ovat sovittaneet käyrän manuaalisesti, he voivat käyttää regressioanalyysia ja etsiä parhaiten tietoja mallintavan funktion. Valitse yksi pomppu komennolla PLOT TOOLS, SELECT DOMAIN. Valitse tämän jälkeen MAIN MENU -valikosta vaihtoehto QUIT. Noudata laskimen käyttötapaa ja suorita toisen asteen regressio joukoille L1 ja L2.

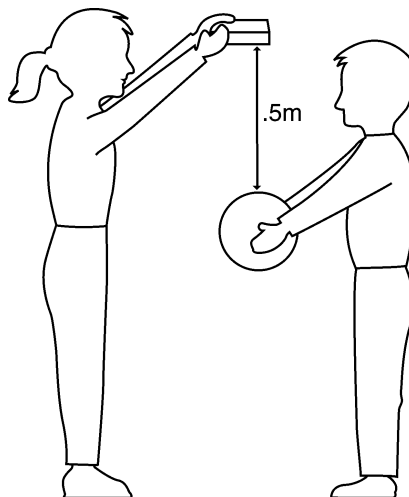
Lisätutkimus

Nopeus-aika-kuvaajan integraali antaa tietyn aikavälin siirtymän. Huomaa, että kokonaisen pompun (lattialta lattialle) siirtymä on nolla.

Tiedonkeruu

- 1 Aloita koepompulla. Pudota pallo (älä heitä sitä).

Vihjeitä: Aseta CBR ainakin 0,5 metriä korkeimman pompun yläpuolelle. Pidä anturia suoraan pallon yläpuolella ja varmista, ettei esteettömällä alueella ole esineitä (katso sivu 7).



- 2 Suorita RANGER-ohjelma (sivulla 5 on kuvaus kunkin laskimen näppäinyhdistelmästä).
- 3 Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto APPLICATIONS. Valitse yksiköksi METERS.
- 4 Valitse APPLICATIONS-valikosta vaihtoehto BALL BOUNCE. Näyttöön tulee yleisohjeita. BALL BOUNCE määrittää asetukset automaattisesti.
- 5 Pidä palloa suorin käsin. Paina **ENTER**. RANGER-ohjelma on nyt Trigger-tilassa. Tässä vaiheessa CBR voidaan irrottaa laskimesta.
- 6 Paina **TRIGGER**. Kun vihreä valo alkaa vilkkua, pudota pallo ja astu taaksepäin. (Jos pallo pomppii sivusuunnassa, liiku, jotta voit pitää CBR:ää suoraan pallon päällä, mutta **varo** muuttamasta CBR:n korkeutta.)

Kuulet äänimerkin, kun tietoja kerätään. Tässä harjoituksessa kerätään aika- ja etäisyystiedot, ja niiden avulla lasketaan nopeus ja kiihtyvyys. Jos olet irrottanut CBR:n laskimesta, liitä se takaisin laskimeen, kun tiedonkeruu on suoritettu.

- 7 Paina **ENTER**. (Jos kuvaaja ei näytä hyvältä, toista otanta.) Tutki kuvaajaa. Vastaa harjoituslomakkeen kysymyksiin 1 ja 2.
- 8 Huomaa, että BALL BOUNCE käänsi etäisyystiedot automaattisesti. Vastaa kysymyksiin 3 ja 4.

Tutkimus

Pompun etäisyys-aika-kuvaaja muodostaa paraabelin.

- ❶ Paina **[ENTER]**. Valitse PLOT MENU -valikosta vaihtoehto PLOT TOOLS ja sen jälkeen vaihtoehto SELECT DOMAIN. Valitse ensimmäinen kokonainen pomppu. Siirrä kohdistin pompun alkukohtaan ja paina **[ENTER]**. Siirrä kohdistin pompun loppukohtaan ja paina **[ENTER]**. Kuvaaja piirtyy uudelleen siten, että näyttöön tulee vain tämä yksi pomppu.
- ❷ Kuvaaja on TRACE-tilassa. Määritä pompun huippu. *Vastaa harjoituslomakkeen kysymykseen 5.*
- ❸ Palaa PLOT MENU -valikkoon painamalla **[ENTER]**. Valitse MAIN MENU. Valitse QUIT.
- ❹ Toisen asteen yhtälön, $Y = A(X - H)^2 + K$, kärkeämuoto tarvitaan tähän analyysiin. Paina **[Y=]**. Poista Y=-editorissa kaikkien valittujen funktioiden valinta. Syötä toisen asteen yhtälön kärkeämuoto: $Yn=A*(X-H)^2+K$.
- ❺ Tallenna kysymyksessä 5 tallennettu korkeus muuttujaan K perusnäytössä; tallenna vastaava aika muuttujaan H ; tallenna arvo 1 muuttujaan A .
- ❻ Piirrä kuvaaja painamalla **[GRAPH]**. *Vastaa kysymyksiin 6 ja 7.*
- ❼ Kokeile arvoja $A = 2, 0, -1$. *Täytä kysymyksessä 8 olevan kaavion ensimmäinen osa ja vastaa kysymykseen 9.*
- ❽ Valitse omia arvojasi muuttujalle A , kunnes tämä kuvaaja vastaa otannan kuvaajaa. *Kirjoita A:lle antamasi arvot kysymyksen 8 taulukkoon.*
- ❾ Toista harjoitus, mutta valitse tällä kertaa viimeinen (oikeanpuoleisin) kokonainen pomppu. *Vastaa kysymyksiin 10, 11 ja 12.*

Lisätutkimus

- ❶ Toista tiedonkeruu, mutta älä valitse yhtä paraabelia.
- ❷ Kirjaa kunkin pompun kesto ja korkeus.
- ❸ Määritä peräkkäisten pomppujen korkeuksien välinen suhde.
- ❹ Selitä tämän suhteen merkitys, jos sitä on.

Harjoitus 4 — Pomppiva pallo

Nimi _____

Tiedonkeruu

1. Mikä fysikaalinen ilmiö on x-akselilla? _____
Mikä on sen yksikkö? _____
Mikä fysikaalinen ilmiö on y-akselilla? _____
Mikä on sen yksikkö? _____
2. Mitä kuvaajan korkein piste esittää? _____
Mitä kuvaajan matalin piste esittää? _____
3. Miksi BALL BOUNCE -ohjelma käänsi kuvaajan? _____
4. Miksi kuvaaja näyttää siltä kuin pallo pomppisi lattian poikki? _____

Tutkimus

5. Kirjaa ylös ensimmäisen kokonaisen pompun lakikorkeus ja kesto. _____
6. Vastaako $A = 1$ -kuvaaja kuvaajaasi? _____
7. Miksi/miksei? _____
8. Täytä alla oleva kaavio.

A	Kuinka otoksen kuvaaja ja Yn-kuvaaja vastaavat toisiaan?
1	
2	
0	
-1	

9. Mitä A :n positiivinen arvo ilmaisee? _____
Mitä A :n negatiivinen arvo ilmaisee? _____
Mitä A :n arvo nolla ilmaisee? _____
10. Kirjoita viimeisen kokonaisen pompun lakikorkeus ja kesto muistiin. _____
11. Onko A mielestäsi ensimmäistä pomppua suurempi vai pienempi viimeisessä pompussa? _____
12. Oliko A suurempi vai pienempi? _____
Mitä A mielestäsi ilmaisee? _____

Perustiedot

Tutkittava funktio: parabolinen.

Eri kulmissa kaltevaa tasoa pitkin vierivän pallon liikkeen kuvaaja luo käyräsarjan, jota voidaan mallintaa toisen asteen yhtälösarjalla. Tässä harjoituksessa tutkitaan toisen asteen yhtälön, $y = ax^2 + bx + c$, kertoimia.

Tarvikkeet

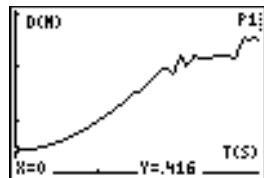
- ✓ laskin
- ✓ CBR
- ✓ laskin-CBR-kaapeli
- ✓ kiinnityspuristin
- ✓ suuri (noin 25 cm) pallo
- ✓ Pitkä taso (ainakin 2 metriä — kevyt lauta käy hyvin)
- ✓ astelevy kulmien mittaamiseen
- ✓ kirjoja kaltevan tason tukemiseen
- ✓ TI ViewScreen (valinnainen)

Vihjeitä

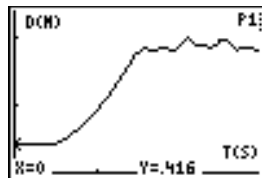
Miettikää, kuinka kaltevan tason kulma mitataan. Anna oppilaiden kokeilla luovuuttaan. He saattavat käyttää trigonometrista laskutapaa, taitettua paperia tai astelevyä.

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–12.

Tavallisia kuvaajia



15 °



30 °

Tavallisia vastauksia

1. kolmas kuvaaja
2. aika; sekunti; kohteen etäisyys CBR:stä; metri
3. vaihtelee (tulisi olla paraabelin puolikas, kaartuu ylöspäin)
4. paraabeli (toisen asteen)
5. vaihtelee
6. vaihtelee (tulisi olla kasvava paraabeli)
7. 0° on tasainen (pallo ei voi vieriä); 90° on sama kuin pallon vapaa pudotus

Tutkimus

Kappaleen, johon vaikuttaa vain painovoima, liike on suosittu fysikaalinen tutkimuskohde. Tällainen liike voidaan esittää tietynmuotoisella toisen asteen yhtälöllä,

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + s_0, \text{ jossa}$$

- s on kappaleen sijainti hetkellä t
- a on kappaleen kiihtyvyys
- v_0 on kappaleen lähtönopeus
- s_0 on kappaleen lähtösijainti.

Toisen asteen yhtälössä $y = ax^2 + bx + c$, y kuvaa CBR:n ja pallon välistä etäisyyttä hetkellä x , jos pallon alkusijainti oli c , lähtönopeus oli b ja kiihtyvyys $2a$.

Lisätutkimus:

Koska pallo oli levossa, kun se lähti liikkeelle, b :n tulisi olla nolla kussakin kokeessa. c :n tulisi olla alkuetäisyys, 0,5 metriä. a kasvaa kallistuskulman kasvaessa.

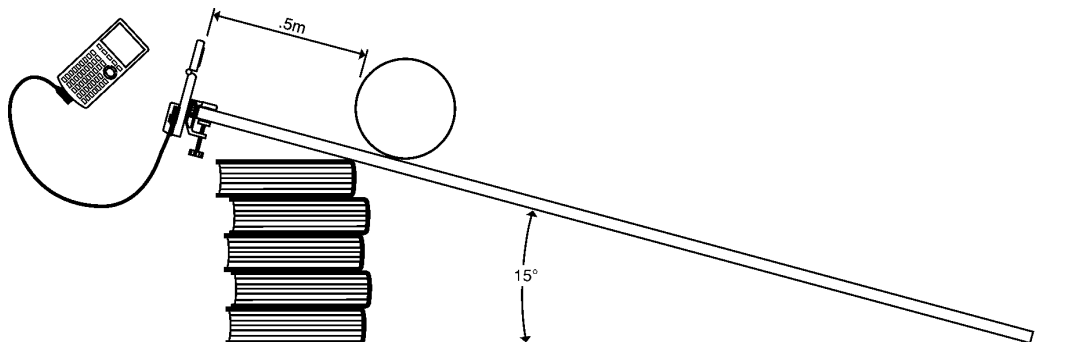
Jos oppilaat mallintavat yhtälön $y = ax^2 + bx + c$ manuaalisesti, sinun täytyy ehkä antaa vihjeitä b :n ja c :n arvoista. Voit myös ohjata heidät suorittamaan laskimillaan toisen asteen regression joukoille L1 ja L2. Pallon kiihtyvyys johtuu maan vetovoimasta. Mitä jyrkemmin taso osoittaa alaspäin (mitä suurempi kohtauskulma on), sitä suurempi on a :n arvo. Suurin a :n arvo saavutetaan, kun $\theta = 90^\circ$. Pienin arvo, kun $\theta = 0^\circ$. Itse asiassa a :n arvo on suoraan verrannollinen θ :n siniin.

Tiedonkeruu

- 1 Vastaa harjoituslomakkeen kysymykseen 1. Aseta taso 15°:een kulmaan. Kiinnitä puristin tason yläpäähän. Kiinnitä CBR puristimeen. Avaa anturipää ja aseta se kohtisuoraan tasoa vasten. Liitä laskin CBR:ään.

Merkitse tasoon kohta 0,5 metrin päähän CBR:stä. Pyydä yhtä oppilasta pitämään palloa tässä kohdassa ja toista oppilasta pitelemään laskinta.

Vihjeitä: Suuntaa anturi suoraan kohti palloa ja varmista, että esteetön alue on tyhjä (katso sivu 7).



- 2 Suorita RANGER-ohjelma (sivulla 5 on kuvaus kunkin laskimen näppäinyhdistelmästä). Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SETUP/SAMPLE.
- 3 Tuo asetukset näyttöön painamalla [ENTER]. Tässä harjoituksessa asetusten tulisi olla seuraavat:

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

Ohjeita asetusten muuttamisesta on sivulla 38.

- 4 Kun asetukset on määritetty oikein, valitse START NOW. Aloita otanta painamalla [ENTER].
- 5 Kun merkkiäänet alkavat kuulua, vapauta pallo heti (älä työnnä sitä) ja astu taaksepäin.
- 6 Kun otanta on suoritettu, näyttöön tulee automaattisesti etäisyys-aika-kuvaaja. Vastaa kysymyksiin 2 ja 3.
- 7 Tuo PLOT MENU -valikko näyttöön painamalla [ENTER]. Valitse PLOT TOOLS ja valitse SELECT DOMAIN. Siirrä kohdistin siihen kohtaan, jossa pallo vapautettiin, ja paina [ENTER]. Siirrä kohdistin siihen kohtaan, jossa pallo oli tason toisessa päässä, ja paina [ENTER]. Kuvaaja piirretään uudelleen siten, että vain pallon tasoa pitkin vierimistä kuvaava otoksen osa on näytössä. Vastaa kysymyksiin 4 ja 5.

Tutkimus

Tutki, mitä tapahtuu, kun tason kulma vaihtelee.

- ❶ Mitä mielestäsi tapahtuu, kun kulma jyrkkenee. Vastaa kysymykseen 6.
- ❷ Sääda tason kulma 30° :seen. Toista vaiheet 2–6. Lisää tämä kuvaaja kysymyksen 6 piirrookseen, merkitse kuvaaja tekstillä 30° .
- ❸ Toista vaiheet 2–6 45° :n ja 60° :n kulmaa käyttäen ja lisää ne piirrookseen.
- ❹ Vastaa kysymykseen 7.

Lisätutkimus

Sääda aika-arvoja siten, että $x = 0$ alkukorkeudessa (hetkellä, jolloin pallo vapautettiin). Voit tehdä tämän manuaalisesti vähentämällä ensimmäisen pisteen x :n arvon kaikista kuvaajan pisteistä tai syöttää $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$.

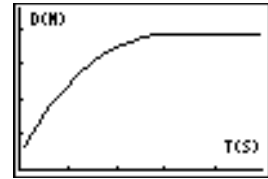
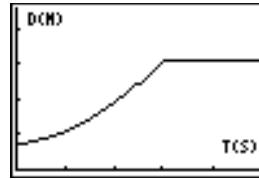
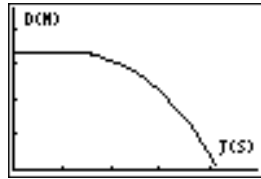
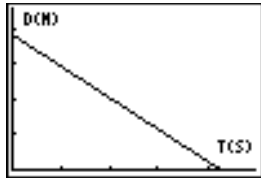
- ❶ Laske käyräsarjan, joka on muotoa $y = ax^2 + bx + c$, a :n, b :n ja c :n arvot kulmilla 0° , 15° , 30° , 45° , 60° ja 90° .
- ❷ Mitkä ovat a :n minimi- ja maksimiarvot? Miksi?
- ❸ Kirjoita matemaattinen lauseke, joka kuvaa a :n ja kallistuskulman välistä suhdetta.

Harjoitus 5 — Vierivä pallo

Nimi _____

Tiedonkeruu

1. Mikä näistä kuvaajista vastaa mielestäsi parhaiten kallistettua tasoa pitkin vierivän pallon etäisyys-aika-kuvaajaa?



2. Mikä fysikaalinen ilmiö on esitetty x-akselilla? _____

Mikä on sen yksikkö? _____

Mikä fysikaalinen ilmiö on esitetty x-akselilla? _____

Mikä on sen yksikkö? _____

3. Piirrä, miltä kuvaaja näyttää. Nimeä akselit. Kirjaa kuvaajaan piste, jossa pallo vapautettiin, ja piste, jossa se oli tason päässä.



4. Millaista funktiota tämä kuvaaja edustaa? _____

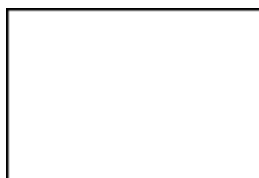
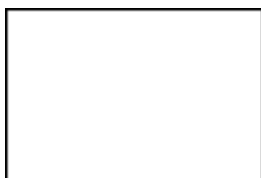
5. Kuinka käsityksesi kuvaajasta muuttui sillä välin, kun valitsit kuvaajan kysymyksessä 1 ja kun piirsit kuvaajan kysymykseen 3? _____

Tutkimus

6. Piirrä, miltä kuvaaja mielestäsi näyttäisi, kun taso on suuremmassa kulmassa. (Merkitse kuvaaja nimellä *ennuste*.)



7. Piirrä ja nimeä kuvaajat tason kulmilla 0° ja 90° :



Kuinka oppitunnit voivat muuttua CBR:ää käytettäessä?

CBR on helppokäyttöinen ja runsaasti toimintoja sisältävä järjestelmä. Tästä syystä se on helppo sisällyttää opetussuunnitelmaan.

CBR tarjoaa huomattavan parannuksen aiemmin käytettyihin tiedonkeruumenetelmiin. Tämä voi vuorostaan johtaa luokan ajankäytön uudelleensuunnitteluun, koska oppilaat innostuvat käytännön tietojen käyttämisestä.

- Havaitset, että oppilaat tuntevat tiedot omikseen, koska he osallistuvat tiedonkeruuseen sen sijaan, että he käyttävät oppikirjojen, julkaisujen tai tilastojen tietoja. Tämä vakuuttaa oppilaat, että tutkittavat käsitteet ovat yhteydessä reaali maailmaan, eivätkä ne ole vain teoreettisia käsitteitä, mutta se tarkoittaa myös sitä, että kukin oppilas haluaa vuorollaan itse kerätä tietoja.
- Tiedonkeruu CBR:n avulla on huomattavasti tehokkaampaa kuin koejärjestelyiden luominen sekä mittaaminen mittanauhoilla ja sekuntikellolla. Koska useita otospisteitä käyttämällä saadaan hyvä tarkkuus ja koska liikkeenilmaisimella on hyvin tarkka, käyrien muoto on helposti tunnistettavissa. Tiedonkeruuseen kuluu entistä vähemmän aikaa, joten analysointiin ja tutkimukseen voidaan käyttää enemmän aikaa.
- CBR:n avulla oppilaat voivat tutkia havaintojen toistettavuutta sekä variaatioita "entä jos" -skenaarioilla. Kysymyksistä, kuten "Onko paraabeli sama, jos pudotamme pallon korkeammalta?" ja "Onko ensimmäisen pompun paraabeli sama kuin viimeisen pompun?", tulee luonnollinen ja arvokas tutkimuksen jatke.
- Visualisoinnin teho helpottaa joukkotietojen kuvaajien yhdistämistä tietojen kuvaamiin fysikaalisiin ilmiöihin ja matemaattisiin funktioihin.

Muutoksia tapahtuu tiedonkeruun jälkeenkin. CBR:n avulla oppilaat voivat tutkia ilmiöiden suhteita sekä numeerisesti että graafisesti.

Tutki tietoja graafisesti

Käytä automaattisesti luotuja etäisyyden, nopeuden ja kiihtyvyyden kuvaajia ajan suhteen seuraavanlaisissa tutkimuksissa:

- Mikä on y-akselin leikkauspisteen fysikaalinen merkitys? Entä x-akselin leikkauspisteen? Kulman? Maksimiarvon? Minimiarvon? Derivaattojen? Integraalien?
- Kuinka tunnistamme kuvaajan esittämän funktion (lineaarinen, parabolinen ja niin edelleen)?
- Millä funktiolla voimme mallintaa otostiedot? Mitä merkitystä on funktion kertoimilla (esimerkiksi $AX^2 + BX + C$)?

Tutki tietoja numeerisesti

Oppilaasi voivat tutkia numeerisia tietoja käyttäen oppimäärälleen sopivia tilastollisia menetelmiä (keskiarvo, mediaani, moodi, keskihajonta ja niin edelleen). Kun lopetat RANGER-ohjelman, näyttöön tulee kehote, joka muistuttaa siitä, mihin joukkoihin REALTIME=NO-aikatiedot, -etäisyystiedot, -nopeustiedot ja -kiihtyvyydestiedot on tallennettu.

CBR-kuvaajat liittävät fysikaalisen maailman matematiikkaan

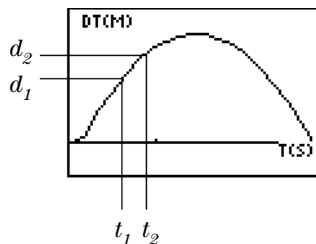
RANGERin keräämistä tiedoista muodostetut kuvaajat ovat visuaalinen esitys liikkeen fysikaalisen ja matemaattisen määrittelyn suhteesta. Oppilaita tulisi rohkaista tunnistamaan ja analysoimaan kuvaajan muoto ja keskustelemaan siitä sekä matemaattisin että fysikaalisin termein. Lisäaiheita keskusteluun ja lisähavaintoja saattaa syntyä, kun funktiot syötetään Y=-editoriin ja tuodaan näyttöön kuvaajina.

- *Etäisyys-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen sijainnin (etäisyyden CBR:stä) kullakin otoshetkellä. Y-akselin yksikkö on metri (tai jalka); x-akselin yksikkö on sekunti.
- *Nopeus-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen nopeuden (suhteessa CBR:ään ja CBR:n säteen suuntaisena) kullakin otoshetkellä. Y-akselin yksikkö on m/s (tai jalkaa sekunnissa); x-akselin yksikkö on sekunti.
- *Kiihtyvyys-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen nopeuden muutosnopeuden (suhteessa CBR:ään ja CBR:n suuntaisena) kullakin otoshetkellä. Y-akselin yksikkö on m/s^2 (tai jalka/s^2); x-akselin yksikkö on sekunti.
- Etäisyys-aika-kuvaajan minkä tahansa pisteen *ensimmäinen derivaatta* (hetkellinen kulmakerroin) on senhetkinen nopeus.
- Nopeus-aika-kuvaajan minkä tahansa pisteen *ensimmäinen derivaatta* (hetkellinen kulmakerroin) on senhetkinen kiihtyvyys. Tämä on samalla sama kuin minkä tahansa etäisyys-aika-kuvaajan pisteen toinen derivaatta.
- Nopeus-aika-kuvaajan *määrätty integraali* (kuvaajan ja x-akselin välinen ala kahden pisteen välillä) on yhtä suuri kuin kappaleen siirtymä (kuljettu kokonaismatka) samalla aikavälillä.
- Nopeus voi olla *skalaarinen* yksikkö (yksikkö, jolla on suuruus, muttei suuntaa, kuten 6 m/s) tai *vektoriyksikkö* (sekä suunta että suuruus, kuten 6 m/s pohjoiseen).

Normaali CBR:n nopeus-aika-kuvaaja ilmaisee itseasiassa skalaarista nopeutta, ei vektorinopeutta. Vain nopeuden suuruus (joka voi olla positiivinen, negatiivinen tai nolla) annetaan. Suunta on vain viitteellinen. Positiivinen nopeus osoittaa liikettä CBR:stä pois päin, negatiivinen arvo ilmaisee liikettä CBR:ää kohti.

CBR mittaa etäisyyden vain ilmaisimesta vedetyn suoran suuntaisesti. Joten jos kohde ei liiku tätä suoraa pitkin, ilmaisimien laskee vain nopeuden suoran suuntaisen komponentin. Esimerkiksi kappaleen, joka kulkee suorassa kulmassa CBR:stä vedetyn suoran poikki, nopeus on nolla.

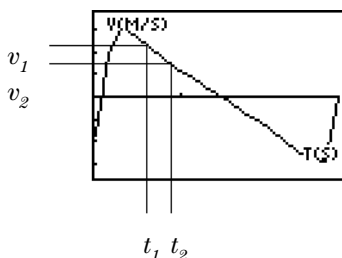
Etäisyyteen, nopeuteen ja kiihtyvyyteen liittyvä matematiikka



Etäisyys-aika-kuvaaja

$$V_k = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{Etäisyys-aika-kuvaajan kulmakerroin}$$

$$V_{\text{hetkellinen}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \quad \text{jossa } s = \text{etäisyys}$$



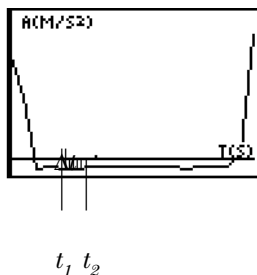
Nopeus-aika-kuvaaja

$$A_k = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{Nopeus-aika-kuvaajan kulmakerroin}$$

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

Nopeus-aika-kuvaajan alla oleva ala hetkestä t_1 hetkeen $t_2 = \Delta d = (d_2 - d_1) =$ siirtymä ajalla $t_1 - t_2$ (kuljettu kokonaismatka).

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



Kiihtyvyys-aika-kuvaaja

WWW-palvelin

WWW-sivuillamme, osoitteessa <http://www.ti.com/calc>, on:

- luettelo oheismateriaalista, jota voi käyttää CBR:n, CBL:n ja TI-funktiolaskinten kanssa
- ohjelmakirjasto, jota voi käyttää CBR:n, CBL:n ja TI-funktiolaskinten kanssa
- harjoitustehtäväsivu, jossa on muiden opettajien suunnittelemaa ja jakamia sovelluksia
- CBR-ohjelmia, jotka käyttävät CBR-lisätoimintoja
- lisätietoja CBR:n asetuksista ja ohjelmointikomennoista.

Lisäresurssit

Texas Instrumentsin *Explorations*-kirjoissa on lisämateriaalia, joka on suunniteltu tukemaan TI-funktiolaskimia. Näitä kirjoja ovat muiden muassa seuraavat kirjat, jotka sisältävät yläasteen ja lukion matematiikan ja fysiikan tunneille soveltuvia CBR-harjoitustehtäviä.

CBR-tiedot tallennetaan joukkoihin

Kerätyt tiedot tallennetaan joukkoihin L1, L2, L3 ja L4

Kun CBR kerää tietoja, se siirtää tiedot automaattisesti laskimeen ja tallentaa ne joukkoihin. Joka kerran kun lopetat RANGER-ohjelman, ohjelma muistuttaa siitä, mihin joukkoihin tiedot on tallennettu.

- L1 sisältää aikatiedot.
- L2 sisältää etäisyystiedot.
- L3 sisältää nopeustiedot.
- L4 sisältää kiihtyvyydestiedot.

Esimeriksi joukon L1 viides alkio on hetki, jolloin viides datapiste kerättiin, ja joukon L2 viides alkio on viidennen datapisteen etäisyys.

Kun REALTIME=YES-tila on käytössä, vain pyydetyn kuvaajan tiedot (etäisyys, nopeus tai kiihtyvyys) lasketaan ja siirretään. Kun REALTIME=NO-tila on käytössä, kaikki tiedot lasketaan ja siirretään.

Asetukset tallennetaan joukkoon L5

RANGER SETUP -näytön avulla yleisimpien CBR-parametrien muuttaminen on helppoa (katso sivu 38).

Kun siirrät RANGER-ohjelman CBR:stä laskimeen, L5 korvautuu uudella joukolla, joka sisältää oletusasetukset.

Lisätietoja ohjelmointikomennoista, jotka muuttavat muita asetuksia, on sivuilla 40–41.

Tietojoukkojen käyttäminen

Joukkoja ei poisteta, kun lopetat RANGER-ohjelman, joten niitä voi käyttää graafisiin, tilastollisiin ja numeerisiin lisätutkimuksiin ja -analyysihin.

Voit piirtää joukkojen kuvaajia, tuoda ne joukkoeditoriin, käyttää regressioanalyysia ja suorittaa muita analyyttisiä toimia. Voit esimerkiksi kerätä tietoja heilurista RANGER-ohjelman avulla, lopettaa RANGER-ohjelman ja tutkia ellipsinmuotoisia funktioita piirtämällä nopeus-kiihtyvyys-kuvaajan. (Ikkunan asetuksia täytyy ehkä muuttaa.)

RANGER-asetukset

RANGER-asetusten muuttaminen

RANGER tuo näyttöön useimmin käytetyt asetukset ennen tiedonkeruun aloittamista.

- 1 Valitse RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SETUP/SAMPLE. Senhetkiset asetukset tulevat näyttöön. ► osoittaa kohdistimen sijainnin.

MAIN MENU START NOW

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

- 2 Siirry muutettavan asetuksen kohdalle ☐- tai ☐-näppäimen avulla.
- 3 Selaa vaihtoehtoja painamalla ☐. Kun asetus on oikein, siirry seuraavaan asetukseen painamalla ☐. Jos haluat muuttaa asetusta TIME, syötä 1 tai 2 numeroa ja paina ☐ tai ☐.
- 4 Kun kaikki asetukset ovat oikein, paina ☐- tai ☐-näppäintä, kunnes kohdistin on kohdassa START NOW.
 - Jatka painamalla ☐.
 - Palaa MAIN MENU -valikkoon painamalla ☐ ja painamalla ☐.

Uudet asetukset ovat voimassa, kunnes valitset SET DEFAULTS, suoritat sovelluksen tai suoritat jonkin muun ohjelman, joka muuttaa asetuksia. Jos käsittelet joukkoa L5 muuten kuin RANGER-ohjelman avulla tai poistat joukon L5, oletusasetukset voidaan palauttaa, kun käytät RANGER-ohjelmaa seuraavan kerran.

RANGER-oletusasetusten palauttaminen

Oletusasetuksia voi käyttää useissa eri otantatilanteissa. Jos et ole varma siitä, mitkä asetukset soveltuvat tilanteeseen parhaiten, aloita oletusasetuksilla ja säädä niitä tarvittaessa.

- 1 Valitse RANGER-ohjelman MAIN MENU -valikosta vaihtoehto SET DEFAULTS.
Asetukset palautetaan oletusarvoihinsa, ja SETUP-näyttö avautuu.
- 2 Jos haluat muuttaa asetusten arvoa, toimi edellä kuvatulla tavalla.
- 3 Jatka painamalla ☐, kun kohdistin on kohdassa START NOW.

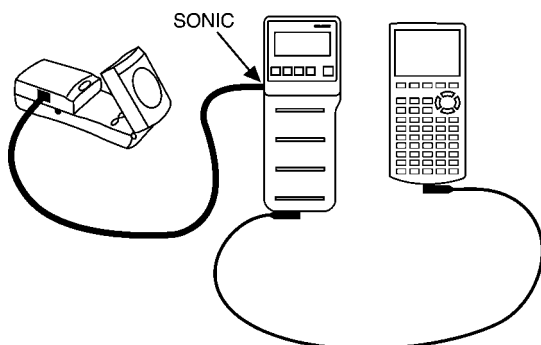
Muut RANGER-asetukset

RANGER-ohjelman avulla voit muokata yleisimmin muutettavia asetuksia. CBR:ssä on muitakin asetuksia. Lisätietoja ohjelmointikomennoista, jotka muuttavat näitä asetuksia, on sivuilla 40–41.

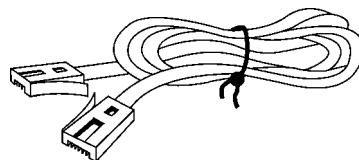
CBR:n käyttö CBL:n tai CBL-ohjelmien kanssa

CBR:n käyttö tavallisena liikkeenilmaisimena CBL:n kanssa

CBR:ää voidaan käyttää tavallisena liikkeenilmaisimena Texas Instruments CBL™ (Calculator-Based Laboratory™) -järjestelmän kanssa.



Mukana toimitetaan erikoiskaapeli, jota tarvitaan liittämään CBR CBL:ään.



Älä liitä CBR:ää CBL:ään, kun CBR on liitetty laskimeen. Laskin on liitettävä CBL:ään.

Sinun on ehkä muutettava CBL-ohjelmaa alla kuvatulla tavalla. RANGER-ohjelma ei toimi CBL:ssä.

CBR:n käyttö CBL:lle kirjoitettujen ohjelmien kanssa

Voit käyttää CBR:ää useimpien liikkeenilmaisimelle kirjoitettujen CBL-ohjelmien kanssa ilman muutoksia ohjelmaan tai tehden vain vähäisiä muutoksia.

Otannon lopettaminen: Joidenkin CBL-ohjelmien, jotka käyttävät REALTIME=YES-tiedonkeruuta, aikana CBR jatkaa otantaa loputtomasti. Voit lopettaa tiedonkeruun otanta-ajan jälkeen jommallakummalla seuraavista tavoista:

- Paina CBR:n **TRIGGER**-painiketta.
- Lisää lauseke CBL-ohjelmaan siten, että ohjelma lähettää komennon {6,0} CBR:ään. Lausekkeen on oltava kohdassa, joka seuraa tiedonsiirtoa ja -näyttöä. Esimerkiksi {6,0}→L6:SEND L6

Äänen poistaminen käytöstä ja sen ottaminen käyttöön: Poista ääni käytöstä lisäämällä lauseke CBL-ohjelmaan siten, että ohjelma lähettää komennon {6,3} CBR:ään. Lausekkeen on oltava kohdassa, joka edeltää tiedonkeruun alkua. Esimerkiksi

{6,3}→L6:SEND L6

Ota ääni käyttöön suorittamalla RANGER-ohjelma.

Ongelmatilanteet: Jos suoritat CBL-ohjelman eikä CBR vaikuta vastaavan tai se lakkaa reagoimasta, suorita RANGER-ohjelma. Käy TI:n WWW-sivuilla (katso sivu 36), joilla saattaa olla CBL-ohjelman päivitetty versio.

Ohjelmointikomennot

Komento 0	Tyhjentää ja nollaa järjestelmän {0}
Tyhjentää kaiken. Palauttaa käynnistysoletusasetukset. Kanava 11 valittu automaattisesti.	
Komento 1	Tyhjentää kanava {1,0}
Tyhjentää kanava.	
Komento 1	Kanava {1,11,toiminto,jatkokäsittely,0,lämpötilamuunnos}
<i>toiminto</i>	Tulokset
0 (REALTIME=NO)	Tyhjentää kaikki. Palauttaa käynnistysoletusasetukset.
1 (REALTIME=NO)	Metrit
2 (REALTIME=NO)	Metrit
3 (REALTIME=NO)	Jalat
<i>toiminto</i>	Tulokset
0 (REALTIME=YES)	Tyhjentää kaikki. Palauttaa käynnistysoletusasetukset.
1 (REALTIME=YES)	Metrit, CBR palauttaa {etäisyys,Δaika}
2 (REALTIME=YES)	Metrit, CBR palauttaa {etäisyys,Δaika}
3 (REALTIME=YES)	Jalat, CBR palauttaa {etäisyys,Δaika}
4 (REALTIME=YES)	Metrit, CBR palauttaa {etäisyys,nopeus,Δaika}
5 (REALTIME=YES)	Jalat, CBR palauttaa {etäisyys,nopeus,Δaika}
6 (REALTIME=YES)	Metrit, CBR palauttaa {etäisyys,nopeus,kiihtyvyys,Δaika}
7 (REALTIME=YES)	Jalat, CBR palauttaa {etäisyys,nopeus,kiihtyvyys,Δaika}
<i>jatkokäsittely</i>	Tulokset
0 (oletus)	Ei
1 (REALTIME=NO)	d/dt (ensimmäinen derivaatta)
2 (REALTIME=NO)	d ² /dt ² (toinen derivaatta)
<i>lämpötilamuunnos</i>	Tulokset
0 (oletus)	Poistaa lämpötilakompensaation käytöstä.
1	Ottaa lämpötilakompensaation käyttöön.
Komento 2	Tietoasetukset {2,tietotyyppi,0,0,0,0,0,0}
<i>tietotyyppi</i>	Tulokset
1 (oletus)	Joukko
Komento 3	Otos/Trigger {3,otosaika,otos_nro,trigger,0,0,0,0,tallennusaika,suodatin}
<i>otosaika</i>	Tulokset
0,005–1500 (0,1)	Aika sekunteina kunkin otoksen jälkeen
0,0001–0,005	Pyöristyy arvoon 0,005.
1500<x<16000	Pyöristyy arvoon 1500.
<i>otos_nro</i>	Tulokset
-1	Valitsee REALTIME=YES-tiedonkeruutilan.
1–512 (REALTIME=NO)	Ottaa 1–512 otosta.
<i>trigger</i>	Tulokset
0	Aloittaa otannan ilman erityistä käynnistysnäppäintä.
1 (oletus)	Aloittaa otannan TRIGGER -näppäimen painalluksella.
7	Odottaa 10 sekuntia ja aloittaa otannan.
<i>tallennusaika</i>	Tulokset
0 (oletus)	Ei mitään
1 (REALTIME=NO)	Absoluuttinen aika (alkaa hetkestä 0 ja säättää otosaikaa)
2 (REALTIME=NO)	Suhteellinen aika (alkaa hetkestä 0 ja säättää otosaikaa)
<i>suodatin</i> (katso komento 1, toiminto-kenttä)	Tulokset
0 (oletus)	Ei suodatusta
1 (REALTIME=NO)	5 pisteen Savitzsky-Golay-tasointi
2 (REALTIME=NO)	9 pisteen Savitzsky-Golay-tasointi
3 (REALTIME=NO)	17 pisteen Savitzsky-Golay-tasointi
4 (REALTIME=NO)	29 pisteen Savitzsky-Golay-tasointi
5 (REALTIME=NO)	3 pisteen mediaanikarsintasuodatin
6 (REALTIME=NO)	5 pisteen mediaanikarsintasuodatin
7 (REALTIME=YES)	Kevyt REALTIME=YES-seurantasuodatin
8 (REALTIME=YES)	Keskiraskas REALTIME=YES-seurantasuodatin
9 (REALTIME=YES)	Raskas REALTIME=YES-seurantasuodatin

Ohjelmointikomennot (jatkoa)

Komento 4	Lämpötilakompensatio	{4,yhtälönro,yhtälötyyppi,lämpötila,yksiköt}
<i>yhtälönro</i>		Tulokset
0 (oletus)		Tyhjentää kaikki yhtälöt.
4		Määrittää yhtälön 4.
<i>yhtälötyyppi</i>		Tulokset
0 (oletus)		Tyhjentää yhtälön.
13		Määrittää lämpötilakompensaation.
<i>lämpötila</i>		Tulokset
liukuluku		Määrittää senhetkisen lämpötilan.
<i>yksiköt</i>		Tulokset
0 (oletus)		Ei mitään (CBR jättää huomiotta). Määrittää T-asteet Celsius-asteiksi.
1		Määrittää asteet Fahrenheit-asteiksi.
2		Määrittää asteet Celsius-asteiksi.
3		Määrittää asteet Kelvin-asteiksi.
4		Määrittää asteet Rankin-asteiksi, jossa $R = F + 459,7$.
Komento 5 (REALTIME=NO) Tietoaalueen asetukset	{5,ensimmäinen_kanava,tiedonvalinta,tieto_alku,tieto_loppu}	
<i>ensimmäinen_kanava</i>		Tulokset
0 (oletus)		Valitsee alimman aktiivisen kanavan.
1, 2, 3, 11, 21		Määrittää äänikanavan.
-1		Tallentaa aikajoukon.
<i>tiedonvalinta</i>		Tulokset
0		Suodatintieto {etäisyys}
1		Suodatin d/dt-tieto {nopeus}
2		Suodatin d ² /dt ² -tieto {kiihtyvyys}
3		Perustieto {etäisyys}
4		Perustieto d/dt {nopeus}
5		Perustieto d ² /dt ² {kiihtyvyys}
<i>tieto_alku</i>		Tulokset
1-512		GET-komennon ensimmäinen tietoalkio
<i>tieto_loppu</i>		Tulokset
0-512		GET-komennon viimeinen tietoalkio (0 = viimeinen otos)
Komento 6	Järjestelmäasetukset	{6,järjestelmäkomento[,toiminto]}
<i>järjestelmäkomento</i>		Tulokset
0		Lopettaa otannan (CBL-yhteensopivuus).
2 (oletus)		Lopettaa otannan.
3		Poistaa äänen käytöstä (ääni on käytössä käynnistettäessä).
4		Ottaa äänen käyttöön (ääni on käytössä käynnistettäessä).
5		Määrittää ID-numeron (vaatii toiminnon).
6		Määrittää uuden suodattimen aiempiin tietoihin (vaatii toiminnon).
<i>toiminto</i>		Tulokset
liukuluku		ID-numero, joka on muotoa n.nnnnn (järjestelmäkomento = 5)
0-6		Uusi suodatin aiemmin kerättyjä tietoja varten (järjestelmäkomento = 6)
Komento 7	Tilapyyntö	{7}
Palauttaa joukon, joka sisältää seuraavat tiedot:		
10.rrrr		DeviceCode.RomVersion
0-99		Viimeisin virhekoodi (0 = ei virhettä)
0-2		Pariston tila (0 = OK; 1 = virta vähissä otannan aikana; 2 = virta aina vähissä)
11		Äänikanavan tunniste
otosaika		Senhetkisen otosvälin sekunteina
trigger		Käytössä oleva käynnistysvalinta
toiminto		Senhetkinen kanavatoiminto (1-9)
jatkokäsittely		Senhetkinen jatkokäsittelyasetus (0-2)
suodatin		Senhetkinen suodatustaso (0-9)
otos_nro		Saatavilla olevien otosten määrä; 0-512 REALTIME=NO; -1 REALTIME=YES
tallennusaika		Tallennusaika-asetus (0-2)
lämpötila		Käytössä oleva lämpötila (°C)
piezo_ilmais		0 = ei ääntä; 1 = ääni
järjestelmän_tila		1 = ei määritetty; 2 = viritetty; 3 = käynnistetty/otanta; 4 = valmis
käynnistysikkuna		0 = ei vielä komentoa 5; 1-512
lopetusikkuna		0 = käytä alkioden lukumäärää; 1-512
id_numero		6-numeroinen ID-nro (oletus 0.00000), joka on määritetty komennolla 6 (järjestelmäkomento = 5)

Paristotyyppi

CBR on suunniteltu käytettäväksi 4:llä AA-alkaliparistolla. CBR:ää voidaan käyttää ilman paristoja vain jos se on liitetty CBL:ään.

Paristojen asentaminen

Pidä CBR:ää ylösalaisin, liu'uta paristokotelon kantta CBR:n takaosaa kohti peukalollasi. Aseta paristot CBR-paristokotelon sisällä olevan piirroksen mukaan. Kaksi paristoa asetetaan positiivinen napa sille sivulle päin, joka on merkitty "+"-merkillä. Kaksi muuta paristoa asetetaan negatiivinen napa sille sivulle päin, joka on merkitty "-" -merkillä. Liu'uta kansi takaisin paikalleen. CBR on valmis aloittamaan otannan.

CBR:n pariston virran vähyydestä ilmoittavat varoitukset

CBR:llä on kaksi tapaa ilmoittaa paristojen virran vähyydestä:

- RANGER-ohjelma tuo laskimen näyttöön varoitukset tietoja kerätessään.
- Punainen valo vilkkuu tasaisesti, kun CBR kerää otostietoja.

CBR:n paristojen virran tila

Voit tarkistaa paristojen virran tilan, ennen kuin aloitat otannan. Valitse MAIN MENU -valikosta vaihtoehto TOOLS ja valitse CBR STATUS. Pariston tila OK tai REPLACE (vaihda) tulee näkyviin.

Varotoimia

- Vaihda kaikki neljä paristoa samalla kertaa. Älä käytä useita paristomerkkejä tai -malleja samanaikaisesti.
- Asenna paristot paristolokeron kuvan mukaisesti.
- Hävitä käytetyt paristot asianmukaisesti. Älä jätä niitä lasten ulottuville.
- Älä lämmitä, polta tai riko paristoja. Paristot sisältävät vaarallisia kemikaaleja, jotka saattavat räjähtää tai vuotaa.
- Älä käytä uudelleenladattavia ja tavallisia paristoja samanaikaisesti.
- Älä aseta tavallisia paristoja paristolaturiin.

<i>Jos kohtaat tämän ongelman:</i>	<i>Kokeile näitä toimia:</i>
Ongelmia RANGER-ohjelman siirrossa tai tiedonkeruussa	Tarkista, että laskin-CBR-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Tarkista paristojen virran määrä (katso sivu 42).
CBR aloittaa tiedonkeruun itseksensä	Jos laskit CBR:n alas siten, että TRIGGER-painike osoitti alaspäin, TRIGGER-painike on ehkä käynnistänyt otannan. Lopeta otanta painamalla TRIGGER-painiketta uudelleen. Ennen kuin asetat CBR:n koteloonsa, lopeta RANGER-ohjelma (vaihtoehdon QUIT avulla) sekä muut CBR- tai CBL-ohjelmat.
LINK ERROR -viesti	Liitä CBR laskimeen laskin-CBR-kaapelilla. Tarkista, että laskin-CBR-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Jos et halua (tai voi) liittää CBR:ää laskimeen, keskeytä ohjelma painamalla ON ja valitse vaihtoehto QUIT.
Muisti ei riitä	Tarvitset riittävästi muistia RANGER-ohjelman suorittamista ja tietojoukkoja varten. Ohjelma ja joukot tarvitsevat noin 17 500 tavua. Poista ohjelmia tai tietoja.
Laskin ei vastaa harjoituksen ohjeita	Tämä opas soveltuu kaikkiin TI-laskimiin, joita voi käyttää CBR:n kanssa, joten jotkin tässä oppaassa mainitut valikkojen nimet, näytöt tai näppäimet eivät täsmälleen vastaa laskimesi vastaavia kohtia. Valitse lähin vastaava kohta. Esimerkiksi, jos ohjeissa sanotaan "Valitse DISTANCE MATCH", TI-83-laskimessa on valittava DIST MATCH.
Tiedot eivät näytä oikeilta: - pisteet eivät ole kuvaajalla - rosoiset kuvaajat - tasaiset kuvaajat - katkonainen kuvaaja	Toista otanta ja varmista, että CBR on suunnattu suoraan kohteeseen. Lue sivuilla 6–12 olevat tiedot kelvollisten tieto-otantojen hankkimisesta. Tarkista, ettei <i>esteettömällä alueella</i> ole oppilaita, pöytiä tai muita esteitä. Jos käytät kahta CBR-yksikköä samaan aikaan samassa huoneessa, yhden ryhmän tulisi suorittaa otanta loppuun, ennen kuin seuraava ryhmä aloittaa oman otantansa. Tarkista, että laskin-CBR-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Tarkista paristojen virran määrä (katso sivu 42). Tarkista, ettei tasoitusaste ole liian suuri tai liian pieni.
CBR ei toimi TI-85-laskimen kanssa	Tarkista, näkyykö laskimen takana olevan sarjanumeron lopussa "CBL", mikä ilmaisee laskimen yhteensopivuuden CBL:n ja CBR:n kanssa. TI-85-laskimessa ei ole tilastollinen kuvaaja -toimintoja, joten joitakin tutkimuksia (kuten TRACE-toiminnon käyttöä kuvaajassa) ei voi suorittaa TI-85-laskimella.
Laskin-CBR-kaapeli on hukassa	Voit käyttää laskimen mukana toimitettua laskin-laskin-kaapelia. (Laskin-laskin-kaapeli on huomattavasti lyhyempi. Voit myös tilata varakaapelin.)
Paristojen virta loppuu usein	Ennen kuin laitat CBR:n koteloonsa, lopeta RANGER-ohjelma (vaihtoehdon QUIT avulla) sekä muut CBR- tai CBL-ohjelmat ja irrota CBR laskimesta.
Kun yrität suorittaa RANGER-ohjelman, mitään ei tapahdu	Jos muokkaat tai tarkastelet RANGER-ohjelmaa, laskimen valmistelu ohjelman käyttöä varten voi kestää jopa kaksi minuuttia seuraavan kerran ohjelmaa suorittaessasi. Tämä on normaalia.
Virheilmoitus: Variable is locked or protected (vain TI-92)	Poista muuttujien L1, L2, L3, L4 ja L5 lukitus. Katso lisätietoja laskimen käyttöoppaasta.

TI-tuotteiden huolto- ja takuutietoa

Tietoa TI-tuotteista ja niiden huollosta

Lisätietoja TI-tuotteista ja niiden huollosta saa sähköpostin kautta tai TI-laskimien kotisivulta.

sähköpostiosoite: ti-cares@ti.com

internet-osoite: <http://www.ti.com/calc>

Huolto- ja takuutietoa

Tietoja takuuajan kestosta ja takuuehdoista sekä tuotteen huollosta löytyy tuotteen mukana seuraavasta takuuselosteesta tai paikalliselta Texas Instruments-vähittäismyyjältä/jälleenmyyjältä.

RANGER

MAIN MENU

SETUP / SAMPLE

SET DEFAULTS

APPLICATIONS

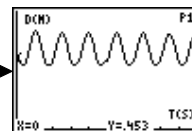
PLOT MENU

TOOLS

QUIT

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

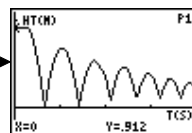
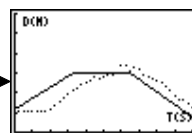
1-99 (REALTIME=NO)

DISTANCE
VELOCITY
ACCELERATION

[ENTER]
[TRIGGER]
DELAY

NONE
LIGHT
MEDIUM
HEAVY

METERS
FEET



OPTIONS
SAME MATCH
NEW MATCH
APPLICATIONS
MAIN MENU
QUIT

APPLICATIONS	
DISTANCE MATCH	
VELOCITY MATCH	
BALL BOUNCE	
MAIN MENU	

UNITS
METERS
FEET

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

SHOW PLOT
SELECT DOMAIN
REPEAT SAMPLE
MAIN MENU
QUIT

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

PLOT TOOLS
SELECT DOMAIN
SMOOTH DATA
PLOT MENU

DATA SMOOTHING
LIGHT
MEDIUM
HEAVY
NONE

