

***CBR 2™-ALOITUSOPAS
LIIKKEENILMAISIN***

SISÄLTÄÄ

5 OPPILASTYÖTÄ



Tärkeää

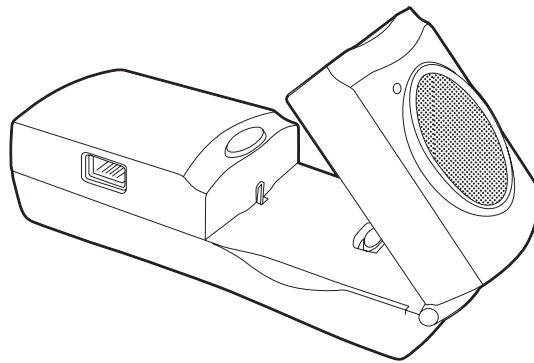
Texas Instruments tai mitkään osallistuvat kolmannet osapuolet eivät anna mitään takuuta, ei suoraa eikä epäsuoraa, mukaan luettuna, mutta ei niihin rajoitettuna, kaikenlainen kaupattavuus tai tiettyyn tarkoitukseen sopivuus, koskien kaikkia ohjelmia tai painettua aineistoa, ja jättää tällaisen aineiston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

Missään tapauksessa ei Texas Instruments eikä mikään osallistuva kolmas osapuoli 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.

© 2004 Texas Instruments Incorporated.
Kaikki oikeudet pidätetään.

Tämän julkaisun tekijänoikeusilmoituksella merkittyjen sivujen uudelleentulostaminen tai valokopiointi on sallittu opettajille luokkaopetuksen, ryhmitöiden tai seminaarien vaatimissa määrissä. Nämä sivut on suunniteltu kopioitavaksi opetustarkoituksessa luokkahuone-, laboratorio- tai seminaarikäyttöön siten, että kussakin kopiassa 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, 7800 Banner Drive, M/S 3918; Dallas, TX 75251; Attention: Manager, Business Services

Harjoitusta 1 (*Liikkeen kuvaaminen graafisesti*) ja Harjoitusta 3 (*Liukumäki*) on käytetty Vernier Software and Technology -yhtiön luvalla. Kyseiset harjoitukset on mukautettu Don Volzin ja Sandy Sapatkan teoksesta *Middle School Science with Calculators*.



Esittely

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

Työohjeet, opettajan materiaali ja oppilaan työlomakkeet

📅 Harjoitus 1 — Liikkeen kuvaaminen graafisesti	tasainen liike	10
📅 Harjoitus 2 — Matki kuvaajaa	tasainen liike	14
📅 Harjoitus 3 — Liukumäki	kiihtyvä liike	18
📅 Harjoitus 4 — Pomppiva pallo	kiihtyvä liike	24
📅 Harjoitus 5 — Vierivä pallo	kiihtyvä liike	28
Opettajan tiedot		32

Tekniset tiedot

CBR 2™-tiedot tallennetaan listoihin	36
EasyData-asetukset	37
CBR 2™:n käyttö CBL 2™:n tai CBL 2™-ohjelmien kanssa	38

Huoltotiedot

Paristot	40
Ongelman ilmetessä	41
EasyData-valikkokartta	42
TI-huolto ja takuu	43

CBR 2™ (Calculator-Based Ranger™)

liikkeenilmaisim

käytettäväksi TI-83 Plus-, TI-83 Plus Silver Edition-,
TI-84 Plus-, ja TI-84 Plus Silver Edition-laskimen kanssa
tuo käytännön tiedonkeruun ja -analysoinnin luokkahuoneeseen
helppo käyttää

CBR 2™:n toiminnot

CBR 2™:n ja TI:n graafisen laskimen avulla oppilaat voivat kerätä, tarkastella ja analysoida liiketietoja ilman vaivalloisia mittauksia ja kuvaajien piirtämistä käsin.

CBR 2™: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

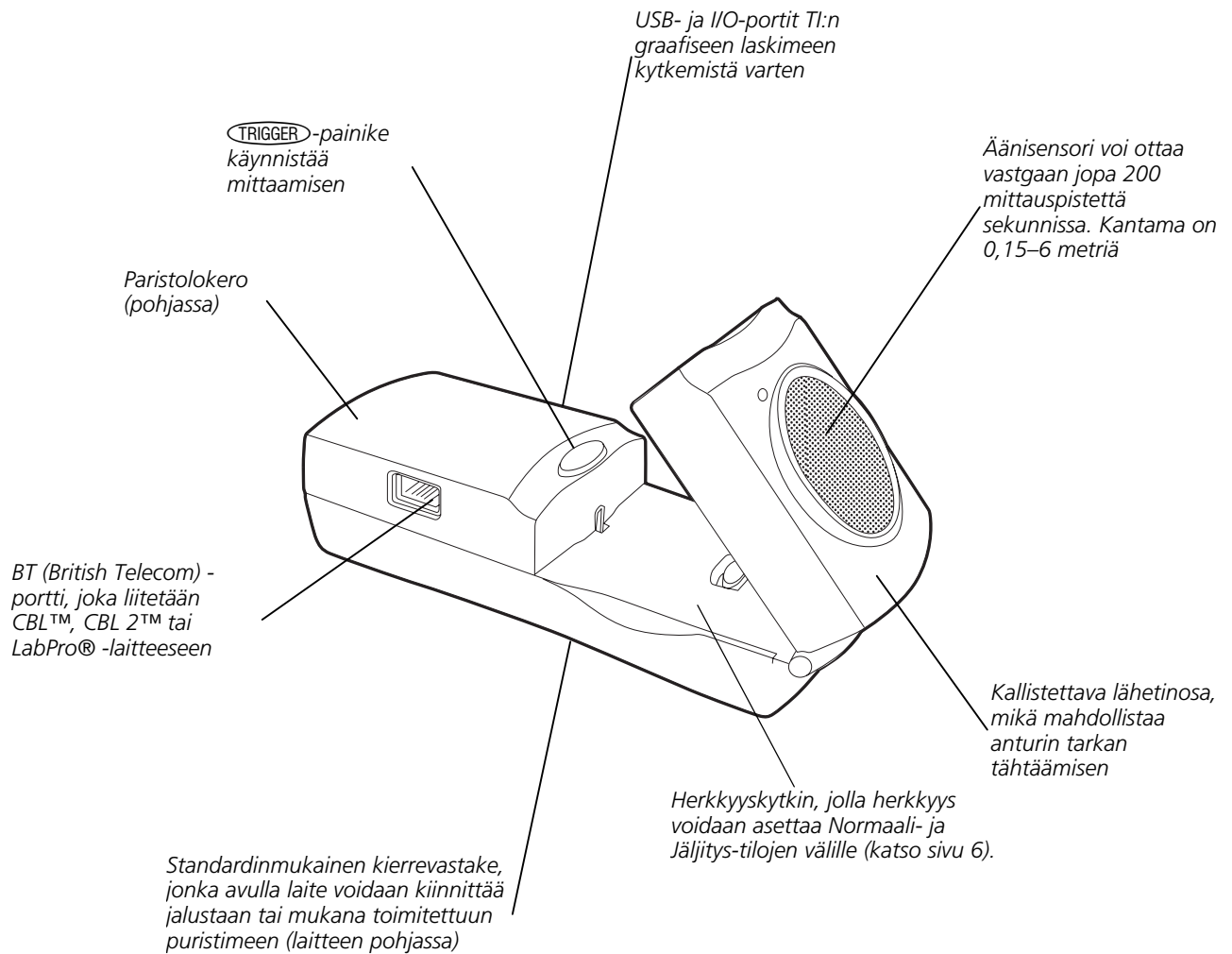
- liikettä: *etäisyys, nopeus, kiihtyvyys*
- kuvaajia: *koordinaatiston akselit, kulmakerroin, akseleiden leikkauspisteet*
- funktioita: *lineaarinen, toisen asteen, eksponentiaalinen, sinimuotoinen*
- differentiaalilaskentaa: *derivaatat, integraalit*
- tilastotiedettä ja tietojen analysointia: *tiedonkeruutavat, tilastollinen analyysi*
- fysiikkaa: *liikkeen tutkiminen, etäisyys, nopeus, kiihtyvyys, dynamiikan ilmiöt*

Tämän oppaan sisältö

CBR 2™ -aloitusopas on tarkoitettu oppaaksi opettajille, joilla ei ole runsaasti kokemusta laskinten käytöstä. Opas sisältää pikaohjeet CBR 2™:n käyttöä varten, vihjeitä tehokasta tietojenkeruuta varten ja viisi harjoitusta, joissa tutkitaan liikkeen perusfunktioita ja ominaisuuksia. Näissä harjoituksissa (katso sivut 10–31) on:

- opettajan materiaali kutakin harjoitusta varten sekä yleistietoja opettajalle
- vaiheittaiset ohjeet
- tiedonkeruutehtäviä kaikille tasoille
- tehtäviä, joissa tietoja tutkitaan tarkemmin, kuten "entä jos" -tilanteet
- ehdotuksia monimutkaisempia tehtäviä varten, jotka soveltuvat esimerkiksi differentiaalilaskentaa osaaville opiskelijoille
- kopioitava oppilaan tehtävälomake, jossa on avoimia eritasoisia kysymyksiä.

Mikä CBR 2™ on? (jatkoa)



CBR 2™ sisältää kaiken tarvittavan, joten laitteen käyttö voidaan aloittaa helposti ja nopeasti — sinun tarvitsee vain liittää TI:n graafiset laskimet (jotkin harjoitukset vaativat helposti saatavilla olevia havaintovälineitä).

- liikkeenilmaisin
- 4 AA-paristoa
- I/O-kytkentäkaapeli
- 5 hauskaa
- Standard-B to Mini-A -USB-kaapeli (laskimesta CBR 2™ -laitteeseen)

CBR 2™:n käytön aloittaminen: kolme helppoa vaihetta

Kun otat CBR 2™:n käyttöön, sinun tarvitsee suorittaa vain kolme yksinkertaista toimenpidettä, joiden jälkeen voit suorittaa ensimmäisen mittauksen!

1

Lataa

Graafisessa laskimessasi voi olla valmiiksi ladattuna sovelluksia (sovellusohjelmia), mukaan lukien EasyData-sovellus. Voit tarkistaa, mitä sovelluksia laskimeesi on asennettu, painamalla **[APPS]**. Jos EasyData-sovellusta ei ole asennettu, löydät sen uusimman version Internet-sivulta education.ti.com. Lataa EasyData-sovellus tarvittaessa nyt.

2

Liitä

Liitä CBR 2™ TI-grafiikkalaskimeesi Standard-B to Mini-A -USB-kaapelin (laskimen ja CBR 2™-laitteen välisen) tai I/O-kytkentäkaapelin avulla ja paina liittimet tiukasti paikalleen kumpaankin yksikköön.

Aseta herkkyyskytkin normaalitilaan tutkiessasi kävelyä, pallonheittoa, heiluria jne. tai jäljitystilaan tutkiessasi liikettä vaunuradalla.

Tietoja laskimen ja CBR 2™ -laitteen välisestä MINI-A-USB-kaapelista:

- Kaapelia voidaan käyttää vain EasyData-sovelluksen kanssa.
- Mahdollistaa EasyData-sovelluksen automaattisen käynnistymisen, kun CBR 2™ -laite kytketään TI-84 Plus -sarjan laskimeen.
- Tuottaa paremman fyysikaalisen ja luotettavamman yhteyden kuin I/O-kytkentäkaapeli.
- Kaapelia ei voi käyttää RANGER-, DataMate- tai muiden vastaavien sovellusten kanssa.

3

Suorita

Suorita EasyData -sovellus CBR 2™ -laitteeseen kytketyssä grafiikkalaskimessa.

Siirry vaiheeseen 1, jos käytät TI-83 Plus -sarjan laskinta. Jos käytät TI-84 Plus -laskinta, joka on kytketty laskimen ja CBR 2™ -laitteen välisellä MINI-A-USB-kaapelilla, suorita vaiheet 1 ja 4.

1. Kytke virta laskimeen ja siirry perusnäytölle.
2. Hae grafiikkalaskimeen tallennetut sovellukset näytölle painamalla **[APPS]**.
3. Valitse EasyData ja paina **[ENTER]**.
Sovelluksen avautumisnäyttö näkyy noin 2–3 sekuntia, jonka jälkeen näkyviin tulee päänäyttö.
4. Aloita tietojen kerääminen valitsemalla päänäytöltä Start (paina **[ZOOM]**).

CBR 2™:n käytön aloittaminen: kolme helppoa vaihetta

Pääset nopeasti alkuun, kun suoritat jonkin tämän oppaan työn.

Tärkeää

- Tämä opas koskee kaikkia TI:n graafisia laskimia, joita voi käyttää CBR 2™:n (katso sivu 2) kanssa, joten jotkin valikkojen nimet eivät ehkä vastaa laskimesi valikkojen nimiä.
- Kun valmistelet harjoitusta, varmista, että CBR 2™ on tukevasti paikallaan ja että johto ei aiheuta kompastumisvaaraa.
- Lopeta EasyData-sovelluksen käyttö aina Quit-vaihtoehtoa käyttäen. EasyData-sovellus katkaisee CBR 2™:n virran oikein, kun Quit-toimintoa käytetään. Tämä varmistaa sen, että CBR 2™ alustetaan oikein seuraavalla käyttökerralla.
- Irrota CBR 2™ aina laskimesta ennen CBR 2™:n pakkaamista.
- EasyData käynnistyy automaattisesti, kun TI-84 Plus tai TI-84 Plus Silver Edition -grafiikkalaskin on liitetty CBR 2™ -laitteeseen laskimen ja CBR 2™ -laitteen välisellä MINI-A-USB-kaapelilla.

Hyvälaatuisten mittaustulosten saaminen

Kuinka CBR 2™ toimii?

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

CBR 2™, kuten kaikki liikkeenilmaisimet, mittaa ajan, joka kuluu ultraäänipulssin lähettämisestä ensimmäiseen palaavaan kaikuun, mutta CBR 2™:ssä on sisäinen mikroprosessori, joka tekee paljon muutakin. Kun tiedot kerätään, CBR 2™ laskee kohteen etäisyyden CBR 2™:stä käyttämällä laskutoimituksessa äänen nopeutta. Tämän jälkeen se laskee etäisyystiedon ensimmäisen ja toisen derivaatan ajan suhteen. Näin tulokseksi saadaan nopeus- ja kiihtyvyydetiedot. CBR 2™ tallentaa nämä mittaustulokset listoihin.

Kohteen koko

Pienen kohteen käyttäminen suurella etäisyydellä CBR 2™:stä pienentää tarkan tuloksen saamisen mahdollisuutta. Esimerkiksi 5 metrin etäisyydeltä on helpompi havaita jalkapallo kuin pingapallo.

Minimikantama

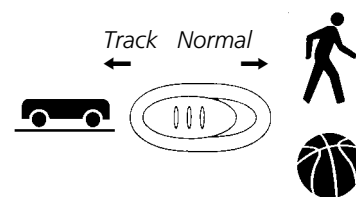
Kun CBR 2™ lähettää pulssin, pulssi osuu kohteeseen ja heijastuu takaisin ja CBR 2™ vastaanottaa sen. Jos kappale on alle 15 senttimetrin etäisyydellä, peräkkäiset pulssit voivat olla päällekkäin, ja CBR 2™ voi tunnistaa ne väärin. Kuvaaja on tässä tapauksessa virheellinen, joten sijoita CBR 2™ vähintään 15 senttimetrin päähän kohteesta.

Maksimikantama

Kun pulssi kulkee ilmassa, sen teho heikkenee. Noin 12 metrin (6 metriä kohteeseen ja 6 metriä takaisin CBR 2™:ään) matkan jälkeen palautuva kaiku voi olla liian heikko, jotta CBR 2™ tunnistaisi sen varmasti. Tämä rajoittaa normaalin luotettavan etäisyyden CBR 2™:stä kohteeseen enintään 6 metriin.

Herkkyyskytkin

Herkkyyskytkimessä on kaksi käyttötilaa — jäljitys ja normaali. Jäljitys-tila on tarkoitettu harjoituksiin, joissa käytetään ilmatyyny- tai vaunurataa, ja Normaali-tila on tarkoitettu muille harjoituksille, kuten kävely, pallonheitto, pomppiva pallo, heiluri jne.

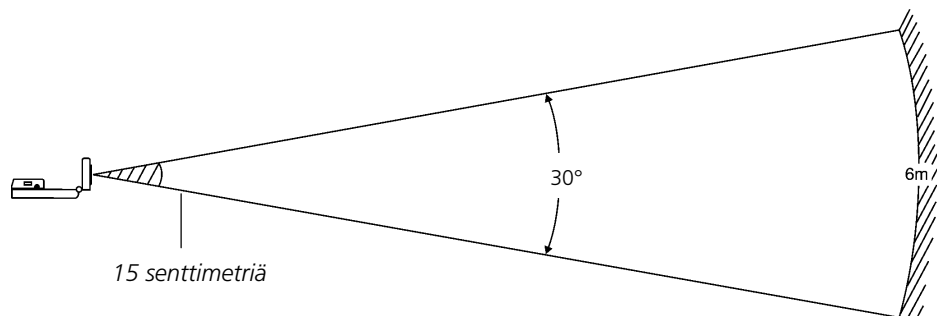


Jos dataan tulee runsaasti ylimääräisiä häiriöitä, herkkyyskytkin on mahdollisesti Normaali-tilassa. Kun siirrät herkkyyskytkimen Jäljitys-asentoon, sensorin herkkyys vähenee, ja mittaustulosten laatu voi parantua.

Esteetön alue

CBR 2™ -säteen reitti ei ole lyijykynän kaltainen kapea säde, vaan se leviää kaikkiin suuntiin enintään 15° keskikohdasta kartionmuotoisena 30° asteen säteenä.

Vältä lähistöllä olevien muiden esineiden aiheuttamia häiriöitä luomalla esteetön alue CBR 2™-säteen reitille. Tämä varmistaa sen, että CBR 2™ ei havaitse muita esineitä kuin kohteen. CBR 2™ 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 suoritettut mittaukset 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 piiryy 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.

EasyData-asetukset

Aikakuvaajan mittausasetukset

Mittauksen kestolla tarkoitetaan mittauksen kokonaisaikaa sekunneissa. Mittauksen kesto määritetään asettamalla mittauspisteiden välinen aika ja mittauspisteiden lukumäärä.

Anna luku väliltä 0,05 (hyvin nopeasti liikkuvat kohteet) ja 0,5 sekuntia (hyvin hitaasti liikkuvat kohteet).

Huom! Yksityiskohtaiset ohjeet asetusten muuttamiseksi ovat kohdassa "Laskimen asettaminen tiedonkeruuta varten" sivulla 12.

Valikon nimi	Kuvaus	Oletusasetus
Sample Interval	Mittauspisteiden välinen aika sekunneissa.	0,05
Number of Samples	Kerättävien pisteiden kokonaismäärä.	100
Experiment Length	Kokeen pituus sekunneissa.	5

Aloittaminen ja lopettaminen

Aloita mittaus valitsemalla Start (paina **ZOOM**). Mittaus pysähtyy automaattisesti, kun saavutetaan Time Graph Settings -valikossa asetettu mittauspisteiden lukumäärä. Sen jälkeen CBR 2™ näyttää kerätyistä tiedoista piirretyn kuvaajan.

Jos haluat pysäyttää mittauksen ennen kuin se pysähtyy automaattisesti, valitse Stop (paina ja pidä alhaalla painiketta **ZOOM**) milloin tahansa mittauksen aikana. Kun mittaus päättyy, näkyviin tulee kerätyistä tiedoista piirretty kuvaaja.

Häiriöt — mitä ne ovat ja kuinka niistä pääsee eroon?

Kun CBR 2™ 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 2™ osoittaa suoraan kohteeseen. Yritä säätää sensoripäätä samalla kun katselet tietoja perusnäytön mittarista. Varmista, että vastaanotettu lukema on asianmukainen, ennen kuin aloitat harjoituksen tai kokeen.
- Yritä suorittaa mittaus esteettömällä alueella (katso aiemman sivun *esteetön alue* -sivu 7).
- Valitse suurempi esine, jossa on enemmän heijastuspintaa, tai siirrä esine lähemmäksi CBR 2™:ää (mutta pidä se yli 15 senttimetrin päässä).
- Jos useita CBR 2™:iä käytetään samassa huoneessa, ryhmän tulisi suorittaa mittaus loppuun ennen kuin seuraava ryhmä aloittaa omaansa.
- Kokeile siirtää herkkyyskytkin Jäljitys-asentoon, jotta sensorin herkkyys vähenee.

Äänen nopeus

Kohteen etäisyyden laskennassa käytetään äänen nimellisuopeutta. Varsinainen äänen nopeus määräytyy useasta tekijästä, joista suurin on ilman lämpötila. Suhteellista liikettä mitattaessa tämä tekijä ei ole tärkeä.

CBR 2™ -laitteessa on sisäinen lämpötilasensori, joka kompensoi automaattisesti ympäröivän ilman lämpötilan aiheuttamat muutokset äänennopeudessa. Lämpötilan muuntaminen 0°:sta 40°:ään Celsius-asteeseen, vakiopaineessa, on suhteellisen lineaarista noin nopeudella +0,6 metriä/sekunnissa Celsius-astetta kohden. Äänennopeus kasvaa noin arvosta 331 metriä/sekunnissa 0° Celsius-asteessa noin arvoon 355 metriä/sekunnissa 40° Celsius-asteessa. Kyseisillä nopeuksilla suhteelliseksi kosteudeksi oletetaan 35% (kuiva ilma).

Käytettäessä EasyData-sovellusta CBR 2™ -laitteen kanssa lämpötilan kompensointi tapahtuu liiketietojen keruun aikana. Koska sensori sijaitsee CBR 2™ -laitteen takana olevien reikien alla, älä laita näiden reikien eteen tietojen keruun aikana mitään sellaista, jonka lämpötila poikkeaa ympäristön lämpötilasta.

CBR 2™:n käyttö ilman EasyData-sovellusta

Voit käyttää CBR 2™ -laitetta liikeilmaisimena CBL 2™:n tai muiden ohjelmien kanssa kuin EasyData.

I/O-kytkentäkaapelin avulla CBR 2™ -laitetta voidaan käyttää sellaisten grafiikkalaskimien kanssa, joihin ei ole asennettu EasyData-sovellusta, mutta joissa on CBL/CBR-sovellus ja/tai RANGER-ohjelma. CBR 2™ toimii samoin kuin CBR™ kerätessä tietoja CBL/CBR-sovelluksen ja/tai RANGER-ohjelman avulla.

CBL/CBR-sovellusta voidaan käyttää useimmissa vanhemmissa TI-83 Plus -laskimissa. Voit ladata CBL/CBR-sovelluksen osoitteesta education.ti.com ja kerätä sen avulla liiketietoja kytkemällä I/O-kytkentäkaapelin CBR 2™ -laitteeseen.

RANGER-ohjelmalla, joka on CBL/CBR-sovelluksen osa ja saatavilla muille laskimille, voit kerätä liiketietoja käyttäen I/O-kytkentäkaapelia. RANGER-ohjelmaa käytetään useissa TI-tutkimusten työkirjoissa.

Voit käyttää CBR 2™ -laitetta myös liikesensorina yhdessä CBL 2™ -tiedonkeruulaitteen kanssa. Käytä CBL 2™:n mukana toimitettua DataMate-sovellusta, kun käytät CBR 2™:sta CBL 2™ -laitteessa. Järjestelmän käytössä tarvitaan erityinen CBL-to-CBR-kytkentäkaapeli. Lisätietoja tästä kaapelista löytyy TI:n verkkokaupasta osoitteessa education.ti.com.

Harjoitus 1—Liikkeen kuvaaminen graafisesti

opettajan ohjeet

Käsitteet

Tutkittava ilmiö: tasainen liike

Harjoituksessa tarvitaan EasyData-sovellus.

Tarvikkeet

- ✓ laskin (saatavilla olevat laskinmallit, katso sivu 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen tai I/O-kytkentäkaapeli
- ✓ EasyData-sovellus
- ✓ Maalarinteippiä
- ✓ Metrin mitta

Vinkkejä

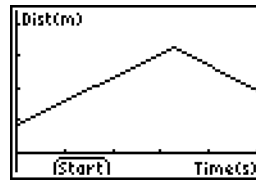
Tämä koe voi olla ensimmäinen kerta, kun oppilaasi käyttävät CBR 2™ -liiketunnistinta. Tässä vaiheessa annettu opastus sen käyttöön säästää aikaa myöhemmin lukuvuoden aikana, kun CBR 2™ -laitetta käytetään monissa kokeissa. Vinkkejä CBR 2™ -laitteen tehokasta käyttöä varten:

- CBR 2™ -laitetta käytettäessä on tärkeää ymmärtää, että ultraääni lähtee anturista noin 30° asteen levyisenä kartiona. Jos ultraäänen kartion sisällä on jotakin, se aiheuttaa heijastumista ja mahdollisesti virheellisen mittauksen. Liiketunnistimien käytön yhteydessä yleisesti esiintyvä ongelma on tahattomien heijastusten vastaanottaminen huoneesta olevasta pöydästä tai tuolista.
- Tahattomat heijastukset voidaan usein minimoida kallistamalla vähän CBR 2™ -laitetta.
- Jos aloitat nopeus- tai kiihdytyskuvaajasta ja saat epämääräisen näytön, siirry takaisin etäisyyskuvaajaan ja tarkista, näyttääkö se järkevältä. Jos ei, CBR 2™ ei mahdollisesti osoita kunnolla kohteeseen.
- CBR 2™ ei tunnista kunnolla kohteita, jotka ovat lähempänä kuin 15 cm. Maksimietäisyys on noin 6 m, mutta tällä etäisyydellä leveässä tunnustuskartiossa esiintyvät hajakohteet voivat olla ongelmallisia.

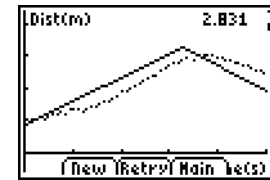
- Joskus kohde ei tuota vahvaa ultraäänen heijastumista. Esimerkiksi, jos kohde on henkilö, jolla on päällään paksu pusero, tuloksena oleva kuvaaja voi olla epäjohdonmukainen.
- Jos nopeus- ja kiihdytyskuvaajissa on häiriöitä, kokeile lisätä ultraääniheijastuksen voimakkuutta kohteesta suurentamalla kohteen pinta-alaa.

Oppilaat voivat esimerkiksi pitää edessään suurikokoista kirjaa kävellessään CBR 2™ -laitteen edessä. Tällä tavoin saadaan aikaan parempia kuvaajia liikkeen tasaantuessa.

Tyypillisiä kaavioita



Etäisyyden suhde aikaan



Matkittu etäisyyden suhde aikaan

Oikeat vastaukset

- Liikettä vastaavan kuvaajan osan kulmakerroin on suurempi nopeammassa testissä. Tulokset vaihtelevat todennäköisesti ryhmien välillä, koska henkilöt saattavat kävellä eri nopeudella. Kävely liiketunnistinta kohti tuottaa negatiivisen kulmakertoimen. Kävely liiketunnistimesta pois päin tuottaa positiivisen kulmakertoimen.
- Huomaa, että kulmakerroin on lähellä nollaa (tai nolla) seisottaessa paikallaan. Kulmakertoimen on oltava nolla kerättyjen tietojen vaihtelun aiheuttamaa pientä vaihtelua lukuunottamatta.

Harjoitus 1—Liikkeen kuvaaminen graafisesti

tasainen liike

CBR 2™ -laitteella saatuja kuvaajia voidaan käyttää liikkeen tutkimisessa. Tässä kokeessa tutkit CBR 2™ -laitteella oman liikkeesi kuvaajia.

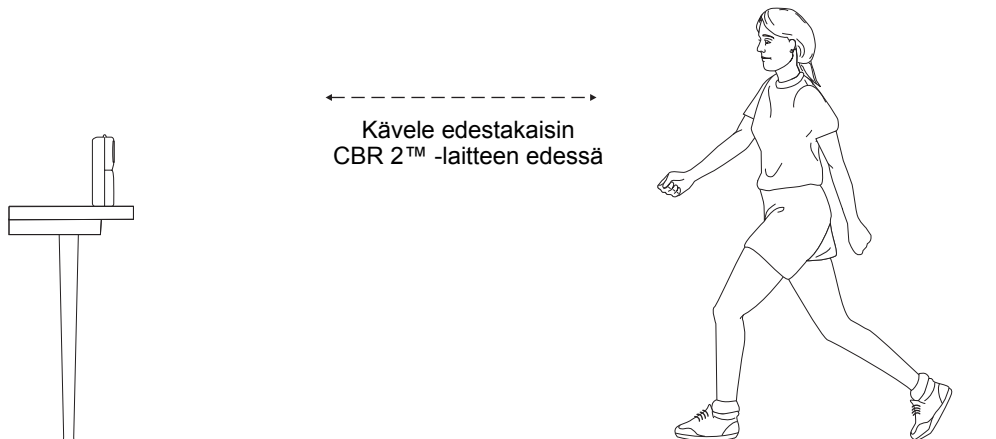
Tavoitteet

Tässä kokeessa:

- käytät liiketunnistinta etäisyyden ja nopeuden mittaamiseen
- piirrät oman liikkeesi kuvaajia
- analysoit piirtämäsi kuvaajat

Tiedonkeruu: Paikka ajan funktiona

- 1 Aseta CBR 2™ työpöydälle, jonka edessä ei ole huonekaluja tai muita esineitä. CBR 2™ -laitteen on oltava noin 15 senttimetriä vyötärösi yläpuolella.



- 2 Merkitse lattiaan maalarinteipin palasilla 1, 2, 3 ja 4 metrin etäisyydet CBR 2™ -laitteesta.
- 3 Kytke CBR 2™ laskimeen oikean kaapelin avulla (katso alla) ja työnnä liittimet tiukasti paikalleen.
 - Jos käytät TI-83 Plus -laskinta, valitse I/O-kytkentäkaapeli.
 - Jos käytät TI-84 Plus -laskinta, valitse Standard-B to Mini-A -USB-kaapeli (laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen kytkentäkaapeli).
- 4 Paina laskimen painiketta **[APPS]** ja käynnistä EasyData-sovellus valitsemalla EasyData.

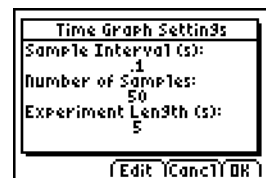
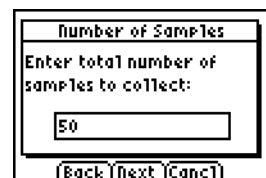
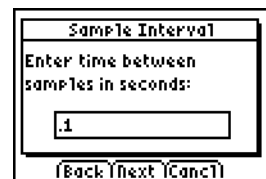
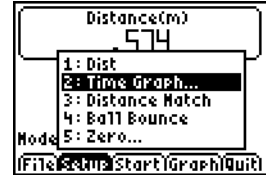
Huom! EasyData käynnistyy automaattisesti, jos CBR 2™ on kytketty TI-84 Plus -laskimeen laskimen ja CBR 2™ -laitteen välisellä kytkentäkaapelilla.

Harjoitus 1—Liikkeen kuvaaminen graafisesti (jatkuu)

tasainen liike

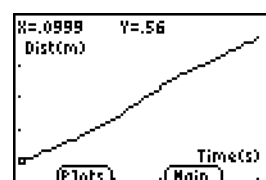
5 Laskimen asettaminen tiedonkeruuta varten:

- Avaa Setup-valikko valitsemalla Setup (paina **WINDOW**).
- Valitse 2: Time Graph painamalla 2, jolloin näkyviin tulee Time Graph Settings -näyttö.
- Avaa Sample Interval -valintaikkuna valitsemalla Edit (paina **ZOOM**).
- Aseta mittauspisteiden väliseksi ajaksi 1/10 sekuntia syöttämällä 0.1.
- Siirry Number of Samples -valintaikkunaan valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- Aseta kerättävien mittauspisteiden lukumäärä syöttämällä 50.
Kokeen pituus on 5 sekuntia (mittauspisteiden lukumäärä kerrottuna mittauspisteiden välisellä ajalla).
- Hae uudet asetukset näkyviin valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- Palaa päänäytölle valitsemalla OK (paina **GRAPH**).



6 Suorita koe piirtämällä etäisyys ajan funktiona -kuvaajat.

- Seiso 1,0 metrin merkin kohdalla kasvot CBR 2™ -laitteesta poispäin.
- Pyydä toista henkilöä valitsemaan Start (paina **WINDOW**).
- Kävele hitaasti 2,5 metrin merkin kohdalle ja pysähdy siihen.
- Kun tiedonkeruu päättyy, näkyviin tulee graafinen kuvaaja.



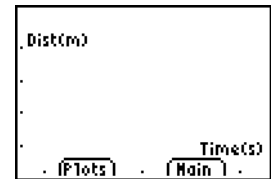
Harjoitus 1—Liikkeen kuvaaminen graafisesti (jatkuu)

tasainen liike

e. Hahmottele kaavio tyhjälle kuvaajalle.

f. Valitse kuvaajalta kaksi pistettä ja määritä kulmakerroin x- ja y-koordinaateista.

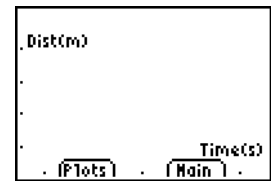
Piste 1: _____ Piste 2: _____ Kulmakerroin: _____



g. Palaa päänäytölle valitsemalla Main (paina **TRACE**).

- 7 Toista vaihe 6 seisoen nyt 2,5 metrin merkin kohdalla ja kävele kohti 1,0 metrin merkkiä. Kävele kerran hitaasti ja toisen kerran nopeammin.

Piste 1: _____ Piste 2: _____ Kulmakerroin: _____

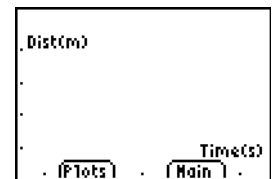


- 8 Hahmottele uudet kaaviot tyhjälle kuvaajalle.
- 9 Selitä kuvaajien väliset erot (vaihe 6e ja vaihe 8)

- 10 Toista vaihe 6 seisoen paikallaan 2,5 metrin merkin kohdalla.

- 11 Hahmottele uusi kaavio tyhjälle kuvaajalle.

- 12 Laske keskimääräinen kulmakerroin kaikille kuvaajille.



Perustiedot

Tutkittava ilmiö: tasainen liike

Match esittelee etäisyyden ja ajan — tai tarkemmin etäisyyden *suhdetta* aikaan.

Tutkimuksissa oppilaita pyydetään muuntamaan kävelynopeutensa yksikön metreistä sekunnissa kilometreiksi tunnissa.

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

Tarvikkeet

- ✓ laskin (saatavilla olevat mallit, katso sivu 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ laskimen ja CBR 2™ -laitteen USB- tai I/O-kytkentäkaapeli
- ✓ EasyData-sovellus

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

Vihjeitä

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

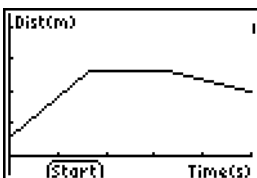
Tämä harjoitus toimii parhaiten, kun kävelevä oppilas itse (ja koko luokka) voi tarkastella kävelijän liikettä, joka heijastetaan seinälle tai kankaalle TI ViewScreen™ in avulla.

Ohjaa oppilas kävelemään CBR 2™:n säteen suuntaisesti. Oppilaat saattavat joskus yrittää liikkua sivuttain (kohtisuorassa CBR 2™:n säteeseen) tai jopa hypätä!

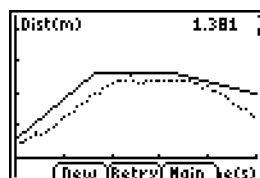
Ohjeet suosittelevat, että tässä harjoituksessa käytetään mittayksikkönä metrejä. Näin yksiköt vastaavat oppilaan tehtävölmakkeessa olevia kysymyksiä.

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–9.

Tavallisia kuvaajia



Etäisyyden suhde aikaan



Matkittu etäisyyden suhde aikaan

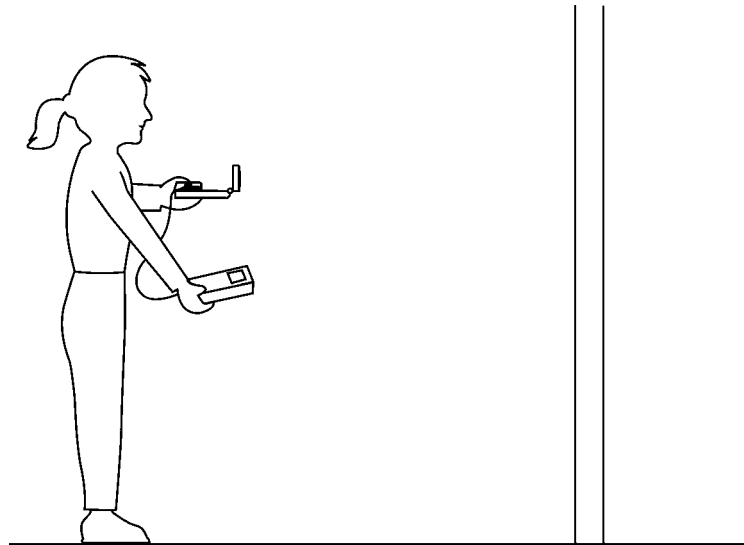
Tavallisia vastauksia

1. aika (mittauksen alusta); sekunteja; 1 sekunti; etäisyys (CBR 2™:stä kohteeseen); metrejä; 1 metri
2. y-akselin leikkauspiste tarkoittaa aloitusetäisyyttä
3. vaihtelee yksilökohtaisesti
4. taaksepäin (lisää CBR 2™:n ja kohteen välistä etäisyyttä)
5. eteenpäin (vähentää CBR 2™: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: $(1\,800 \text{ metriä} / 1 \text{ tunti}) \times (1 \text{ kilometri} / 1\,000 \text{ metriä}) = 1,8 \text{ kilometriä} / \text{tunti}$
Pyydä oppilaita vertaamaan tätä viimeistä arvoa auton nopeuteen, esimerkiksi 96 kilometriä / tunti.
15. vaihtelee kuvaajan mukaan; Δy :n summa kussakin kuvaajan jaksossa.

Tiedonkeruu

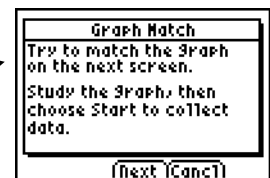
- 1 Pidä CBR 2™:ää toisessa kädessäsi ja laskinta toisessa. Kohdista anturi suoraan seinään.

Vihjeitä: Kuvaajien enimmäisetäisyys seinän ja CBR 2™:n välillä on 6 metriä. Minimikantama on 15 senttimetriä. Varmista, ettei *alueella* ole esineitä (katso sivu 7).



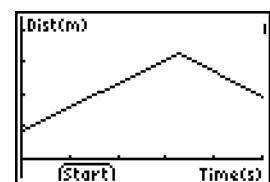
- 2 Suorita EasyData-sovellus.
- 3 Valitse Setup-valikon kohta 3:Distance Match.
Distance Match -toiminto huolehtii automaattisesti asetuksista.
- 4 Valitse Start (paina **ZOOM**) ja noudata näytön ohjeita.

Yritä matkia liikkeelläsi seuraavalla näytöllä oleva kuvaajaa.



- 5 Ota näkyviin matkittava kuvaaja valitsemalla Next (paina **ZOOM**). Tutki kuvaajaa hetken aikaa. **Vastaa tehtävälomakkeen kysymyksiin 1 ja 2**

Huom! Matkittava kuvaaja on erilainen joka kerta, kun vaihe 4 ja vaihe 5 suoritetaan.



- ⑥ Asetu kohtaan, josta arvelet kuvaajan alkavan. Aloita tiedonkeruu valitsemalla Start (paina **WINDOW**). Tiedonkeruun aikana kuuluu naksutusta ja vihreä valo palaa.
- ⑦ Kävele eteenpäin ja taaksepäin ja yritä matkia kuvaajaa. Sijaintisi piirtyy näyttöön.
- ⑧ Kun mittaus on suoritettu, tutki, kuinka hyvin "kävelysi" vastasi kuvaajaa ja **vastaa kysymykseen 3**.
- ⑨ Ota matkittava kuvaaja uudelleen näkyviin valitsemalla Retry (paina **ZOOM**). Yritä parantaa kävelytapaasi ja **vastaa kysymyksiin 4, 5 ja 6**.

Tutkimus

Distance Match -toiminnossa kaikissa kuvaajissa on kolme suoraviivaista jaksoa.

- ① Ota näkyviin uusi matkittava kuvaaja valitsemalla New (paina **WINDOW**). Tarkastele ensimmäistä jaksoa ja **vastaa kysymyksiin 7 ja 8**.
- ② Tutustu koko kuvaajaan ja **vastaa kysymyksiin 9 ja 10**.
- ③ Asetu siihen kohtaan, jossa kuvaaja alkaa, aloita tiedonkeruu painamalla Start ja yritä matkia kuvaajaa.
- ④ Kun mittaus on suoritettu, **vastaa kysymyksiin 11 ja 12**.
- ⑤ Ota näkyviin toinen uusi matkittava kuvaaja valitsemalla New (paina **WINDOW**).
- ⑥ Tutustu kuvaajaan ja **vastaa kysymyksiin 13, 14 ja 15**.
- ⑦ Valitse New (paina **WINDOW**) ja toista tarvittaessa harjoitus tai palaa päänäytölle valitsemalla Main (paina **TRACE**).
- ⑧ Poistu EasyData-sovelluksesta valitsemalla Quit (paina **GRAPH**) ja OK (paina **GRAPH**).

Tiedonkeruu

1. Mikä fysikaalinen suure on x-akselilla? _____
Mitä yksiköitä käytetään? _____ Mikä on koordinaattimerkkien väli? _____
Mikä fysikaalinen suure 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 matkia liikkeelläsi kuvaajaa tarkasti? _____

12. Mitä fysikaalista ilmiötä kulmakerroin eli kuvaajan 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? _____

Käsitteet

Tutkittava ilmiö: toistuva liike

Liukumäestä laskemista käytetään havainnollistamaan reaali maailman käsitettä, kitkan vaikutusta nopeuteen.

Tarvikkeet

- ✓ laskin (saatavilla olevat laskinmallit, katso sivu 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen tai I/O-kytkentäkaapeli
- ✓ EasyData-sovellus
- ✓ Liukumäki

Vinkkejä

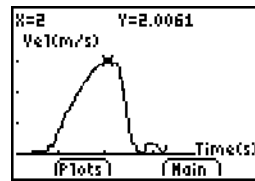
Tässä kokeessa on hyvä käyttää leikkikenttää, jossa on useita liukumäkiä. Liukumäkien tulee olla suorina. Muunlaisia liukumäkiä voidaan käyttää lisäharjoituksessa. Kiellä oppilaita turvallisuuden vuoksi ohittamasta toisiaan liukumäen portaissa.

Laskimet ja liiketunnistimet kannattaa kuljettaa leikkikentälle kotelossa/koteloissa ja antaa laitteet oppilaille vasta paikan päällä. Muistuta oppilaita siitä, että liiketunnistin ei tunnista kunnolla kohteita, jotka ovat lähempänä kuin 15 cm.

Liukumäkien mallista riippuen voit mahdollisesti haluta vaihtaa oppilaiden paikkoja tiedonkeruuta varten. Joidenkin liukumäkien portaiden yläpäässä on tasanne, jonka päälle liiketunnistinta pitävä ja laskinta pitävä oppilas voivat asettua.

Oppilaat voivat käyttää vahapaperia, luistavaa kangasta, hiekkaa ja muuta materiaalia nopeuden lisäämiseen. Jotta oppilaat voivat valmistautua, kerro heille etukäteen Osasta II.

Tyypillisiä kaavioita



Liukumäki

Tyypillisiä vastauksia

1. Katso mittaustulokset.
2. Mittaustuloksissa Osan 2 nopeus oli 0,90 m/s suurempi kuin Osan 1 nopeus. Kitkaa vähennettiin ja nopeutta nostettiin käyttämällä vahapaperia.
3. Vastaukset vaihtelevat. Nopeudet vaihtelevat sellaisten erojen vuoksi kuten kosketuspinta-ala, paino, virtaviivaistaminen ja matalakitkaisten materiaalien käyttö.
4. Vastaukset vaihtelevat.
5. Liukumäen korkeuden lisääminen nostaa nopeutta.
6. Liukumäen päältä pudotetun kiven on osuttava maahan ensin, koska kitka ja liukumäen kaltevuus hidastavat vierivää kiveä enemmän.
7. Liukumäen edessä oleva tasainen osa hidastaa liukujien vauhdin estäen onnettomuudet.

Lisäharjoitukset

Suunnittele ja toteuta suunnitelma nopeuden mittaamiseksi jollakin toisella leikkikentän laitteella.

Järjestä kilpailu nähdäksesi, kuka luokan tai ryhmän oppilaista laskee liukumäen nopeimmin.

Mittaustulokset

	Nopeus (m/s)			
	Testi 1	Testi 2	Testi 3	Keskiarvo
Osa 1	1,97	2,02	2,00	2,00
Osa 2	2,80	3,07	2,82	2,90

Leikkikentät ja liukumäet ovat olleet sinulle tuttuja lapsesta saakka. Painovoima vetää sinut alas liukumäkeä. Kitkavoima hidastaa liukumista. Tämän kokeen ensimmäisessä osassa CBR 2™ -laitetta käytetään nopeuden määrittämiseen laskettaessa alas liukumäkeä. Toisessa osassa kokeillaan nopeuden lisäämistä eri tavoilla liukumäkeä laskettaessa.

Tavoitteet

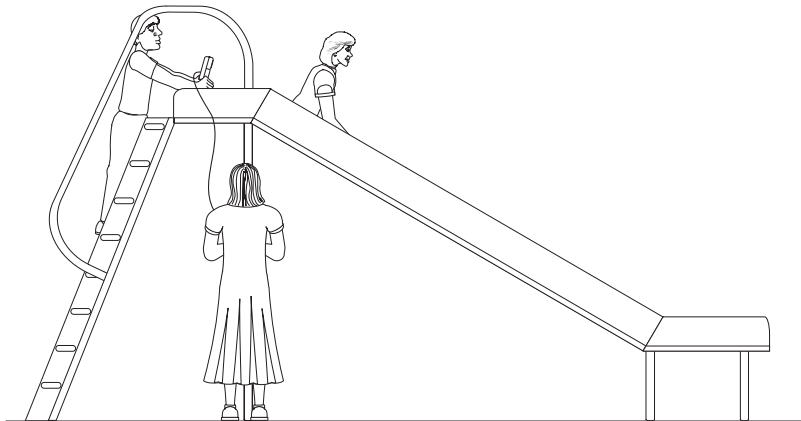
Tässä kokeessa:

- määrität CBR 2™ -laitteella nopeuden liukumäkeä laskettaessa
- kokeilet nopeuden nostamista eri tavoilla liukumäkeä laskettaessa
- selität saadut tulokset

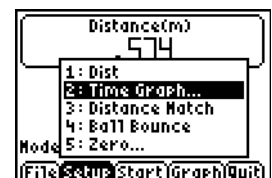
Tiedonkeruu, Osa 1, Liukumisnopeus

- 1 Kytke CBR 2™ -laite laskimeen oikean kaapelin avulla (katso alla) ja työnnä liittimet tiukasti paikalleen.
 - Jos käytät TI-83 Plus -laskinta, valitse I/O-kytkentäkaapeli.
 - Jos käytät TI-84 Plus -laskinta, valitse Standard-B to Mini-A -USB-kaapeli (laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen kytkentäkaapeli).
- 2 Paina laskimen painiketta **[APPS]** ja käynnistä EasyData-sovellus valitsemalla EasyData.

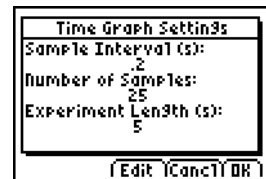
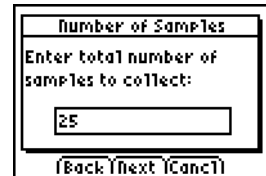
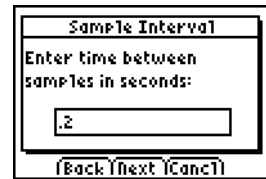
Huom! EasyData käynnistyy automaattisesti, jos CBR 2™ on kytketty TI-84 Plus -laskimeen laskimen ja CBR 2™ -laitteen välisellä kytkentäkaapelilla.



- 5 Laskimen asettaminen tiedonkeruuta varten:
 - a. Avaa Setup-valikko valitsemalla Setup (paina **[WINDOW]**).
 - b. Valitse 2: Time Graph painamalla 2, jolloin näkyviin tulee Time Graph Settings -näyttö.



- c. Avaa Sample Interval -valintaikkuna valitsemalla Edit (paina **ZOOM**).
- d. Aseta mittauspisteiden välinen aika sekunneissa syöttämällä 0,2.
- e. Siirry Number of Samples -valintaikkunaan valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- f. Aseta mittauspisteiden lukumäärä syöttämällä 25. Tiedonkeruu kestää 5 sekuntia.
- g. Hae uudet asetukset näkyviin valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- h. Palaa päänäytölle valitsemalla OK (paina **GRAPH**).

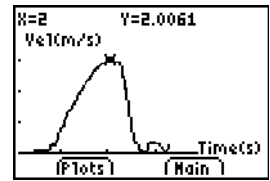


- 4 Valmistaudu mittaamaan.
 - a. Yksi ryhmän jäsenistä nousee ensin liukumäen portaat ylös ja asettuu liukumäen ylätasanteelle/päälle.
 - b. Toinen ryhmän jäsen pitää kädessään CBR 2™ -laitetta ja nousee sen verran liukumäen portaita, että CBR 2™ -laite on liukumäkeä laskevan henkilön takana.
 - c. Kolmas henkilö seisoo maassa liukumäen vieressä pidellen laskinta ja käyttöliittymää.
- 5 Juuri ennen mittauksen aloittamista.
 - a. Liukumäen laskija liikkuu eteenpäin liukumästä jarruttaen sen verran, että hänen selkänsä ja CBR 2™ -laitteen väliin jää 15 cm.
 - b. CBR 2™ -laitetta pitelevä henkilö pitää CBR 2™ -laitteen paikallaan ja kohdistaa sen liukujan selkään.
 - c. Laskinta ja käyttöliittymää pitelevä henkilö siirtyy mukavaan asentoon, jossa CBR 2™ -kaapelia ei jouduta vetämään.
- 6 Aloita mittaus.
 - a. Aloita tiedonkeruu valitsemalla Start (paina **ZOOM**).
 - b. Liukujan on aloitettava liukuminen heti, kun naksutus kuuluu.
 - c. Kun tämän testin tiedot on kerätty, CBR 2™ -laitetta pitelevä henkilö laskeutuu maahan.

Huomio: Oppilaat eivät saa yrittää ohittaa toisiaan liukumäen portaissa.

7 Määritä liukujan nopeus.

- Kun tiedonkeruu päättyy, ja näkyviin tulee etäisyyden ja ajan suhteen kuvaaja, valitse Plots (paina **WINDOW**).
- Valitse 2: Vel vs Time painamalla 2, jolloin etäisyys ajan suhteen kuvaaja tulee näkyviin.
- Tutki kuvaajan datapisteitä painamalla **▸**. Siirtäessäsi kohdistinta oikealle ja vasemmalle kunkin datapisteen ajan (X) ja nopeuden (Y) arvot näkyvät kuvaajan yläpuolella. Kuvaajan ylin piste vastaa liukujan suurinta nopeutta. Merkitse tämä suurin nopeus Tiedot-taulukkoon. Pyöristä arvo lähimpään 0,01 m/s:iin. (Esimerkissä oikealle, suurin nopeus on 2,00 m/s.)
- Palaa päänäytölle valitsemalla Main (paina **TRACE**).



8 Toista vaiheet 4–7 vielä kaksi kertaa.

Tiedonkeruu, Osa 2, Nopeampi liukuminen

1. Mieti, millä tavalla liukujan nopeutta voidaan lisätä.
 - a. Kokeile joitakin keinoja liukujan nopeuden lisäämiseksi. Älä laita liukumäkeen mitään sellaista ainetta, jota ei voi pestä pois.
 - b. Päätä, mikä on paras tapa lisätä liukujan nopeutta.
 - c. Selitä suunnitelmasi alla olevassa kohdassa Nopeamman liukumisen suunnitelma.
2. Testaa suunnitelmaasi suorittamalla Osan 1 vaiheet 4–8.

Nopeamman liukumisen suunnitelma

Tiedot

	Nopeus (m/s)			
	Testi 1	Testi 2	Testi 3	Keskiarvo
Osa 1				
Osa 2				

Tietojen käsittely

1. Laske Osan 1 kolmen testin keskimääräinen nopeus. Merkitse keskiarvo muistiin sille varattuun kohtaan Tiedot-taulukossa. Laske ja merkitse muistiin Osan 2 keskimääräinen nopeus.
2. Vähennä Osan 1 keskimääräinen nopeus Osan 2 keskimääräisestä nopeudesta määrittääksesi, kuinka paljon ryhmän nopeus on noussut.
3. Mitä keinoja muut ryhmät käyttivät nopeuden lisäämiseen?

Harjoitus 3—Liukumäki (jatkuu)

4. Mikä keino toimi parhaiten? Selitä, miksi se toimi parhaiten.

5. Jos voisit lisätä liukumäen korkeutta, miten se vaikuttaisi liukujan nopeuteen?

6. Jos kivi pudotettaisiin liukumäen päältä yhtä aikaa kun samanlainen kivi vieritettäisiin liukumäkeä alas, kumpi kivi olisi ensimmäisenä maassa? Selitä.

7. Mistä syystä monien liukumäkien alaosassa on tasainen osa?

Perustiedot

Tutkittava ilmiö: kiihtyvä liike.

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 (saatavilla olevat mallit, katso sivu 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen tai I/O-kytkentäkaapeli
- ✓ EasyData-sovellus
- ✓ suuri (noin 25 cm) pallo
- ✓ TI ViewScreen™ (valinnainen)

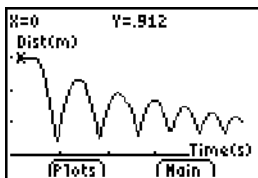
Vihjeitä

Tämän harjoituksen suorittamisessa on hyvä käyttää kahta oppilasta, joista toinen pitelee palloa ja toinen valitsee laskimesta Start -komennon.

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–9.

Kuvaajan tulisi näyttää pomppivalta pallolta. Jos näin ei ole, toista mittaus ja varmista, että CBR 2™ 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 (mittauksen 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 2™: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 2™: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. paraabeli aukeaa ylöspäin; aukeaa alaspäin; lineaarinen
12. sama; matemaattisesti kerroin A osoittaa paraabelin 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. Noudata laskimen käyttötapaa ja suorita toisen asteen regressio listoille L1 ja L2.

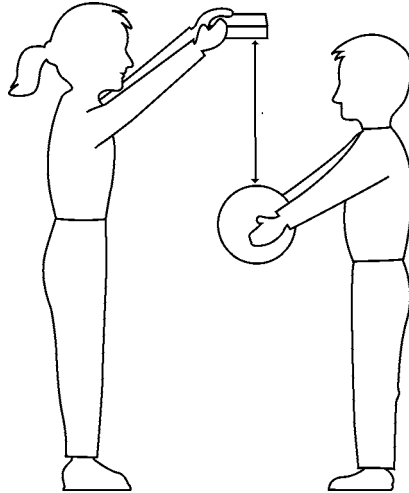
Lisätutkimus

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 2™ ainakin 0,15 metriä korkeimman pompun yläpuolelle. Pidä anturia suoraan pallon yläpuolella ja varmista, ettei esteettömällä alueella ole esineitä (katso sivu 7).



- 2 Suorita EasyData-sovellus.
 - 3 Valitse Setup-valikon kohta 4:Ball Bounce ja valitse sen jälkeen Start (paina **ZOOM**).
- Yleisohjeet tulevat näkyviin. Ball Bounce -toiminto huolehtii automaattisesti asetuksista.
- 4 Pyydä toista oppilasta pitelemään laskinta ja CBR 2™ -laitetta samalla kun toinen pitelee palloa sensorin alapuolella.
 - 5 Valitse Start (paina **ZOOM**). Kun CBR 2™ -laite alkaa naksua, pudota pallo ja astu taaksepäin. (Jos pallo pomppii sivusuunnassa, liiku, jotta voit pitää CBR 2™:ää suoraan pallon päällä, mutta **varo** muuttamasta CBR 2™:n korkeutta.)
 - 6 Kun naksutus lakkaa, kerätyt tiedot siirretään laskimeen, ja näytölle piirtyy etäisyys ajan suhteen kuvaaja.
 - 7 Jos kuvaaja ei näytä hyvältä, suorita mittaus uudelleen valitsemalla Main, Start, Start. Tutki kuvaajaa. **Vastaa harjoituslomakkeen kysymyksiin 1 ja 2.**
 - 8 Huomaa, että Ball Bounce käänsi etäisyystiedot automaattisesti. **Vastaa kysymyksiin 3 ja 4.**

Harjoitus 4 — Pomppiva pallo

Nimi _____

Tiedonkeruu

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

Tutkimus

5. Kirjaa ylös ensimmäisen kokonaisen pompun lakikorkeus ja kesto. _____
6. Vastasiko funktion $A = 1$ kuvaaja ensimmäisestä täydellisestä pompusta saatujen tietojen kuvaajaa? _____
7. Miksi/miksei? _____
8. Täytä alla oleva kaavio.

A	Kuinka mittauksesta saatu 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 ilmiö: kiihtyvä liike.

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 (saatavilla olevat laskinmallit, katso sivu 2)
- ✓ CBR 2™
- ✓ laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen tai I/O-kytkentäkaapeli
- ✓ EasyData-sovellus
- ✓ suuri (noin 25 cm) pallo
- ✓ Pitkä taso (ainakin 2 metriä — kevyt lauta käy hyvin)
- ✓ astelevy kulmien mittaamiseen
- ✓ kirjoja kaltevan tason tukemiseen
- ✓ TI ViewScreen™ (valinnainen)

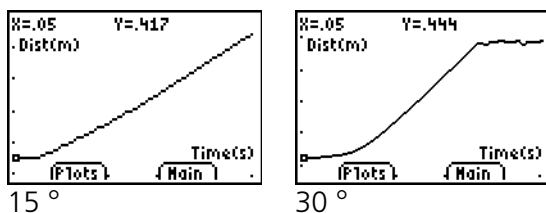
Vihjeitä

Selitä oppilaille, miten kaltevan tason kulma mitataan. Anna oppilaiden käyttää luovuuttaan lähtökulman mittauksessa. Oppilaat voivat käyttää esimerkiksi trigonometriaa tai taitettua paperia.

Jyrkempien kulmien (yli 60°) mittaamisessa haluat ehkä käyttää CBR 2™ -kiinnikettä (erikseen saatavilla).

Vihjeitä tehokkaasta tietojenkeruusta on sivuilla 6–9.

Tavallisia kuvaajia



Tavallisia vastauksia

1. kolmas kuvaaja
2. aika; sekunti; kohteen etäisyys CBR 2™: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 2™: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.

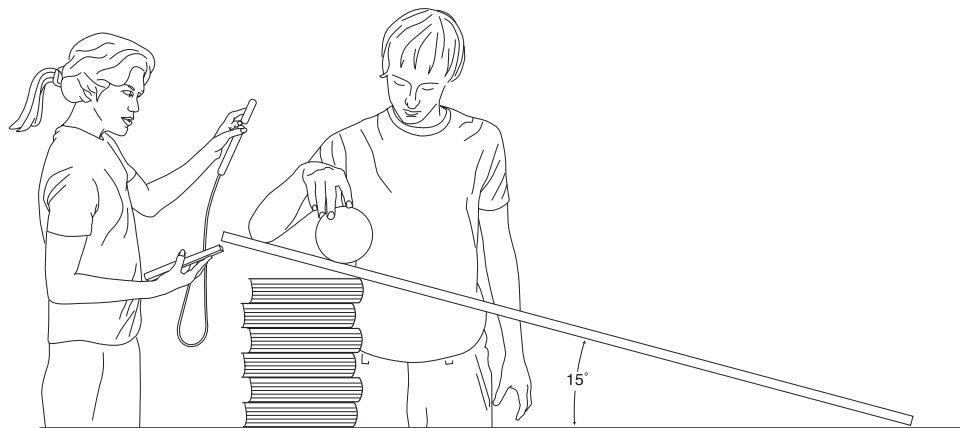
Jos oppilaat mallintavat yhtälön $y = ax^2 + bx + c$ manuaalisesti, sinun täytyy ehkä antaa vihjeitä b :n ja c :n arvoista. Voit myös ohjata heidät suorittamaan laskimillaan toisen asteen regression listoille L1 ja L2. Pallon kiihtyvyys johtuu maan veto-voimasta. Mitä jyrkemmin taso osoittaa alaspäin (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

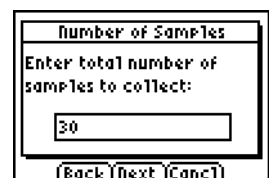
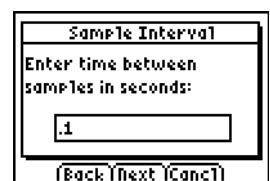
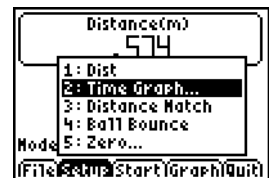
- 1 Vastaa harjoituslomakkeen kysymykseen 1. Aseta kalteva taso 15° asteen kaltevuuteen astelevyn avulla. Aseta CBR 2™ kaltevalle tasolle ja käännä sensoripää siten, että se on kohtisuorassa kaltevaan tasoon nähden.

Merkitse tasoon kohta 15 senttimetrin päähän CBR 2™:stä. Pyydä yhtä oppilasta pitämään palloa tässä kohdassa ja toista oppilasta pitelemään laskinta ja CBR 2™ -laitetta.

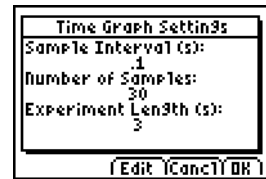
Vihjeitä: Suuntaa anturi suoraan kohti palloa ja varmista, että esteetön alue on tyhjä (katso sivu 7).



- 2 Suorita EasyData-sovellus.
- 3 Laskimen asettaminen tiedonkeruuta varten:
 - a. Avaa Setup-valikko valitsemalla Setup (paina **WINDOW**).
 - b. Valitse 2: Time Graph painamalla 2, jolloin näkyviin tulee Time Graph Settings -näyttö.
 - c. Avaa Sample Interval -valintaikkuna valitsemalla Edit (paina **ZOOM**).
 - d. Aseta mittauspisteiden välinen aika sekunneissa syöttämällä 0,1.
 - e. Siirry Number of Samples -valintaikkunaan valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
 - f. Aseta mittauspisteiden lukumäärä syöttämällä 30. Tiedonkeruu kestää 3 sekuntia.



- g. Hae uudet asetukset näkyviin valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- h. Palaa päänäytölle valitsemalla OK (paina **GRAPH**).



- ④ Kun asetukset ovat oikein, aloita mittaus valitsemalla Start (paina **ZOOM**).
- ⑤ Kun merkkiäänät alkavat kuulua, vapauta pallo heti (älä työnnä sitä) ja astu taaksepäin.
- ⑥ Kun mittaus on suoritettu, näyttöön tulee automaattisesti etäisyys-aika-kuvaaja. *Vastaa kysymyksiin 2, 3, 4 ja 5.*

Tutkimus

Tutki, mitä tapahtuu, kun tason kulma vaihtelee.

- ① Mitä mielestäsi tapahtuu, kun kulma jyrkkenee. *Vastaa kysymykseen 6.*
- ② Säädä tason kulma 30°:seen. Toista vaiheet 2–6. *Lisää tämä kuvaaja kysymyksen 6 piirroksen, merkitse kuvaaja tekstillä 30°.*
- ③ Toista vaiheet 2–6 45°:n ja 60°:n kulmaa käyttäen ja lisää ne piirroksen.
- ④ *Vastaa kysymykseen 7.*

Lisätutkimus

Säädä 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 $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$.

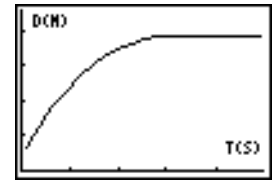
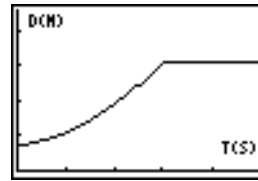
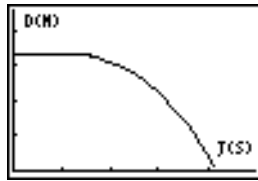
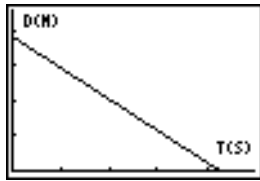
- ① Laske käyräsarjan, joka on muotoa $y = ax^2 + bx + c$, a :n, b :n ja c :n arvot kulmilla 0°, 15°, 30°, 45°, 60° ja 90°.
- ② Mitkä ovat a :n minimi- ja maksimiarvot? Miksi?
- ③ Kirjoita matemaattinen lauseke, joka kuvaa a :n ja kallistuskulman välistä suhdetta.

Harjoitus 5 — Vierivä pallo

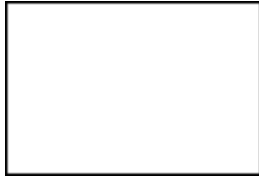
Nimi _____

Tiedonkeruu

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



2. Mikä fysikaalinen suure on esitetty x-akselilla? _____
Mikä on sen yksikkö? _____
Mikä fysikaalinen suure on esitetty y-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. Mitä funktiotyppiä tämä kuvaaja edustaa piirtämiesi kahden pisteen välissä? _____
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 suuremmissa kulmissa. (Merkitse kuvaaja nimellä *ennuste*.)



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



Kuinka oppitunnit voivat muuttua CBR 2™:ää käytettäessä?

CBR 2™ on helppokäyttöinen ja runsaasti toimintoja sisältävä järjestelmä. Tästä syystä se on helppo sisällyttää opetussuunnitelmaan.

CBR 2™ 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 2™:n avulla on huomattavasti tehokkaampaa kuin koejärjestelyiden luominen sekä mittaaminen mittanauhoilla ja sekuntikellolla. Koska useita mittauspisteitä käyttämällä saadaan hyvä tarkkuus ja koska liikkeenilmaisimien on hyvin tarkka, käyrien muoto on helposti tunnistettavissa. Tiedonkeruuseen kuluu entistä vähemmän aikaa, joten analysointiin ja tutkimukseen voidaan käyttää enemmän aikaa.
- CBR 2™: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 mittauspisteiden kuvaajien yhdistämistä tietojen kuvaamiin fysikaalisiin ilmiöihin ja matemaattisiin funktioihin.

Muutoksia tapahtuu tiedonkeruun jälkeenkin. CBR 2™: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 mittaustiedot? 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 EasyData-sovelluksen käytön, näyttöön tulee kehote, joka muistuttaa siitä, mihin listoihin (L1), -etäisyydet (L2), -nopeustiedot (L3) ja -kiihtyvyydet (L4) on tallennettu.

CBR 2™-kuvaajat liittäväts fysikaalisen maailman matematiikkaan

EasyDatan keräämistä tiedoista muodostetut kuvaajat ovat visuaalinen esitys liikkeen fysikaalisen ja matemaattisen määrityksen 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.

CBR 2™:n laskutoimitusten suorittaminen erikseen laskimella on mielenkiintoinen harjoitustehtävä.

1. Kerää mittaustulokset. Lopeta EasyData-sovelluksen käyttö.
2. Käytä listan L1 mittausaikoja yhdessä listan L2 etäisyystietojen kanssa ja laske kohteen nopeus kullakin mittaushetkellä. Vertaa tuloksia listan L3 nopeustietoihin.

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

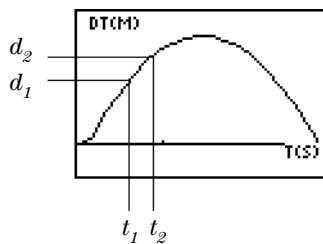
3. Käytä listan L3 nopeustietoja (tai oppilaan laskemia arvoja) yhdessä listan L1 mittausaikojen kanssa ja laske kohteen kiihtyvyys kullakin mittaushetkellä. Vertaa tuloksia listan L4 kiihtyvyystietoihin.

- *Etäisyys-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen sijainnin (etäisyyden CBR 2™:stä) kullakin mittaushetkellä. Y-akselin yksikkö on metri (tai jalka); x-akselin yksikkö on sekunti.
- *Nopeus-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen nopeuden (suhteessa CBR 2™:ään ja CBR 2™:n säteen suuntaisena) kullakin mittaushetkellä. Y-akselin yksikkö on m/s (tai jalkaa sekunnissa); x-akselin yksikkö on sekunti.
- *Kiihtyvyy-aika-kuvaaja* esittää kohteen likimääräisen nopeuden muutosnopeuden (suhteessa CBR 2™:ään ja CBR 2™:n suuntaisena) kullakin mittaushetkellä. Y-akselin yksikkö on m/s² (tai jalka/s²); 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.
- Vauhti voi olla *skalaarisuure* (suure, jolla on suuruus, muttei suuntaa, kuten 6 m/s) tai *vektorisuure* (sekä suunta että suuruus, kuten 6 m/s pohjoiseen).

Normaali CBR 2™:n nopeus-aika-kuvaaja ilmaisee itseasiassa vauhdin, ei nopeutta. Vain nopeuden suuruus (joka voi olla positiivinen, negatiivinen tai nolla) annetaan. Suunta on vain viitteellinen. Positiivinen nopeus osoittaa liikettä CBR 2™:stä poispäin, negatiivinen arvo ilmaisee liikettä CBR 2™:ää kohti.

CBR 2™ 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 2™:stä vedetyn suoran poikki, nopeus on nolla.

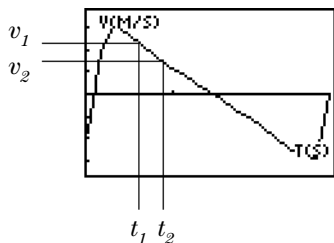
Etäisyyteen, nopeuteen ja kiihtyvyyteen liittyvä matematiikka



Etäisyys-aika-kuvaaja

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

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



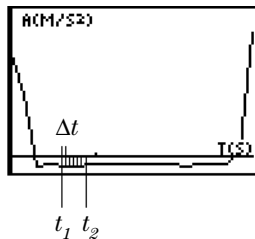
Nopeus-aika-kuvaaja

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

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

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).

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



Kiihtyvyyss-aika-kuvaaja

WWW-materiaalia

WWW-sivuillamme, osoitteessa education.ti.com, on:

- luettelo oheismateriaalista, jota voi käyttää CBR 2™:n, CBL:n ja TI:n graafisten laskinten kanssa
- harjoitustehtäväsivu, jossa on muiden opettajien suunnittelemia ja jakamia sovelluksia
- CBR 2™-ohjelmia, jotka käyttävät CBR 2™-lisätoimintoja
- lisätietoja CBR 2™:n asetuksista ja ohjelmointikomennoista.

Lisämateriaalia

Texas Instrumentsin *Explorations*-kirjoissa on lisämateriaalia, joka on suunniteltu tukemaan TI:n graafisia laskimia. Näitä kirjoja ovat muiden muassa seuraavat kirjat, jotka sisältävät yläasteen ja lukion matematiikan ja fysiikan tunneille soveltuvia CBR 2™-harjoitustehtäviä.

CBR 2™-tiedot tallennetaan listoihin

Kerätyt tiedot tallennetaan listoihin L1, L2, L3 ja L4

Kun CBR 2™ kerää tietoja, se siirtää tiedot automaattisesti laskimeen ja tallentaa ne listoihin. Joka kerran kun lopetat EasyData-sovelluksen käytön, ohjelma muistuttaa siitä, mihin listoihin tiedot on tallennettu.

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

Esimerkiksi listan L1 viides alkio on hetki, jolloin viides datapiste kerättiin, ja listan L2 viides alkio on viidennen datapisteen etäisyys.

Listojen käyttäminen

Listoja ei poisteta, kun lopetat EasyData-sovelluksen käytön, joten niitä voi käyttää graafisiin, tilastollisiin ja numeerisiin lisätutkimuksiin ja -analyysiin.

Voit piirtää listojen kuvaajia, tuoda ne listaeditoriin, käyttää regressioanalyysia ja suorittaa muita analyttisiä toimia. Esimerkiksi, voit kerätä tietoja oppilaasta, joka kävelee pois päin CBR 2™ -laitteesta. Sen jälkeen voit antaa oppilaiden löytää parhaiten yhteensopivan käyrän TI-84 Plus -laskimessa olevan manuaalisen sovituksen lineaarisen regression avulla.

EasyData-asetusten muuttaminen

EasyData näyttää yleisimmin käytetyt asetukset, ennen kuin tiedonkeruu alkaa.

- 1 Valitse EasyData-sovelluksen päänäytöltä Setup > 1: Dist tai 2: Time Graph. Nykyiset asetukset näytetään laskimen näytössä.

Huom! Setup-valikon kohtien Distance Match ja Ball Bounce asetukset on valmiiksi asetettu, eikä niitä voi muuttaa.

- 2 Siirry muutettavaan asetukseen valitsemalla Next (paina **ZOOM**).
- 3 Toista komentoa ja selaa mahdollisia vaihtoehtoja. Kun tulet oikean vaihtoehdon kohdalle, siirry seuraavaan vaihtoehtoon valitsemalla Next.
- 4 Jos haluat muuttaa asetusta, syötä 1 tai 2 numeroa ja valitse sen jälkeen Next.
- 5 Kun kaikki asetukset ovat oikein, palaa päänäytölle valitsemalla OK (paina **GRAPH**).

Uudet asetukset pysyvät voimassa, ellet palauta EasyData-sovellusta oletusasetuksiin, suorita jotain sovellusta tai jotain toista harjoitusta, joka muuttaa asetukset. Jos käsittelet L5:sta EasyData-sovelluksen ulkopuolella tai poistat L5:n, oletusasetukset voidaan palauttaa seuraavan kerran kun suoritat EasyData-sovelluksen.

EasyData-oletusasetusten palauttaminen

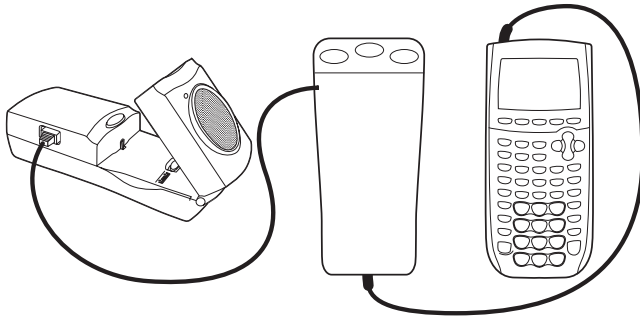
Oletusasetuksia voi käyttää useissa eri mittaustilanteissa. Jos et ole varma siitä, mitkä asetukset soveltuvat tilanteeseen parhaiten, aloita oletusasetuksilla ja säädä asetuksia tarvittaessa suorittamaasi harjoitusta varten.

- Kun haluat palauttaa EasyData-sovelluksen oletusasetukset CBR 2™ -laitteen ollessa kytkettynä laskimeen, valitse File > 1:New.
- Vaihda asetukset noudattamalla edellä kuvattuja vaiheita.
- Käynnistä tietojen kerääminen valitsemalla Start (paina **ZOOM**).

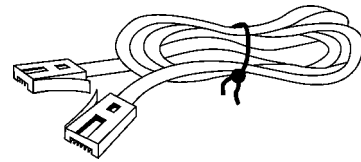
CBR 2™:n käyttö CBL 2™:n tai CBL 2™-ohjelmien kanssa

CBR 2™:n käyttö tavallisena liikkeenilmaisimena CBL 2™:n kanssa

CBR 2™:ää voidaan käyttää tavallisena liikkeenilmaisimena Texas Instruments CBL 2™ (Calculator-Based Laboratory™) -järjestelmän kanssa.



Mukana toimitetaan erikoiskaapeli, jota tarvitaan liittämään CBR 2™ CBL:ään.



Älä liitä CBR 2™:ää CBL:ään, kun CBR 2™ on liitetty laskimeen. Laskin on liitettävä CBL 2™:ään.

Sinun on ehkä muutettava CBL 2™ -ohjelmaa alla kuvatulla tavalla. RANGER-ohjelma ei toimi CBL 2™:ssä.

Liiketietojen kerääminen CBR 2™ -laitteella, joka on kytketty CBL 2™ -järjestelmään

- 1 Asenna paristot CBL 2™ -laitteeseen.
- 2 Kytke CBL 2™ TI-grafiikkalaskimeen I/O-kytkentäkaapelin avulla.
- 3 Kytke CBR 2™ -sensori CBL 2™ -laitteen DIG/SONIC-porttiin CBL-to-CBR-kytkentäkaapelin avulla (saatavilla erikseen).
- 4 Suorita DataMate TI-83 Plus tai TI-84 Plus -tuotesarjan laskinten sovellusvalikosta.
- 5 DataMate tunnistaa automaattisesti CBL 2™ -sensorit, lataa kalibrointikertoimet ja näyttää sensorin nimen (tässä tapauksessa liikesensori (Motion)) sekä nykyisen etäisyyslukeman metreinä. Lisäksi sovellus lataa oletusarvoisen 5 sekunnin pituisen liikekokeen.



CBR 2™:n käyttö CBL 2™:n tai CBL 2™-ohjelmien

kanssa (jatkoa)

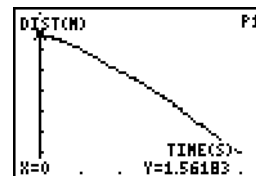
- 6 Aloita tietojen keruu oletuskokeen asetuksilla.

Pidä liikesensoria kädessäsi ja aloita tiedonkeruu valitsemalla
2: START.

- 7 Kävele seinää kohti pidellen CBR 2™ -laitetta samaa seinää
kohden.

Kun olet lopettanut keräämisen, kuvaajan pitäisi näyttää
suunnilleen samalta kuin oikealla olevassa kuvassa.

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



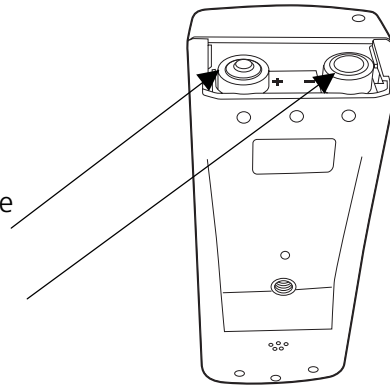
Paristotyyppi

CBR 2™ on suunniteltu käytettäväksi 4:llä AA-alkaliparistolla. CBR 2™:ää voidaan käyttää ilman paristoja vain jos se on liitetty CBL:ään.

Paristojen asentaminen

Poistu EasyData-sovelluksesta ennen paristojen vaihtamista.

1. Pidä CBR 2™:ää ylösalaisin, liu'uta paristokotelon kantta CBR 2™:n takaosaa kohti peukalollasi.
2. Aseta paristot CBR 2™-paristokotelon sisällä olevan piirroksen mukaan.
3. 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.
4. Liu'uta kansi takaisin paikalleen. CBR 2™ on valmis aloittamaan mittaustietojen keräämisen.



CBR 2™:n pariston virran vähyydestä ilmoittavat varoitukset

CBR 2™:llä on kaksi tapaa ilmoittaa paristojen virran vähyydestä:

- EasyData-sovellus tuo laskimen näyttöön varoitukset tietoja kerätessään.
- Punainen valo vilkkuu tasaisesti, kun CBR 2™ kerää mittaustietoja.

Varotoimia


- ÄLÄ käytä uudelleen ladattavia paristoja.
- 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.

Ongelman ilmetessä

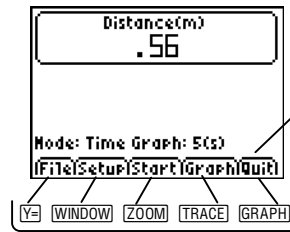
Jos kohtaat tämän ongelman:	Kokeile näitä toimia:
Vaikeuksia tiedonkeruussa	Tarkista, että laskin-CBR 2™-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Tarkista paristojen virran määrä (katso sivu 40).
CBR 2™ aloittaa tiedonkeruun itseksensä	Jos laskit CBR 2™:n alas siten, että TRIGGER -painike osoitti alaspäin, TRIGGER -painike on ehkä käynnistänyt mittauksen. Lopeta mittaus painamalla TRIGGER -painiketta uudelleen. Ennen kuin asetat CBR 2™:n koteloonsa, lopeta EasyData-sovelluksen käyttö (vaihtoehdon Quit avulla) sekä muut CBR 2™- tai CBL-ohjelmat.
CBR 2™ ei lopeta tietojen keruuta	Lopeta tietojen keruu painamalla TRIGGER . Suorita keruu uudelleen. Jos ongelma ei poistu, poista yksi paristo ja laita se takaisin paikalleen. Huom! Kaikki CBR 2™ -laitteeseen tallennetut tiedot poistuvat.
Yhteysvirhe	Liitä CBR 2™ laskimeen käyttäen Standard-B to Mini-A -USB-kaapelia (laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen kytkentäkaapeli). Tarkista, että laskin-CBR 2™-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Jos et halua (tai voi) liittää CBR 2™:ää laskimeen, lopeta EasyData-sovelluksen käyttö.
Muisti ei riitä	EasyData-sovelluksessa ja dataluetelloissa on oltava riittävästi muistia. EasyData vaatii 5000 tavua toimiakseen tehokkaasti. Poista jotain laskimen muistista. Paina TI-laskimen valintaa [2nd] [MEM] 2:Mem Mgmt./Del . Valitse poistettavat kohdat ja poista valitsemasi kohdat painamalla DEL.
Laskin ei vastaa harjoituksen ohjeita	Tämä opas koskee kaikkia TI-laskimia, joihin EasyData-sovelluksen voi ladata. Jotkut tässä oppaassa käytetyt valikoiden nimet, näytöt tai näppäimet eivät mahdollisesti ole täsmälleen samat kuin laskimessasi. Jos käytät Ranger-ohjelmaa tai muita ohjelmia, valitse lähinnä vastaava. Esimerkiksi, jos ohjeessa sanotaan "Valitse Distance match", TI-83-laskimessa valitaan D1st match.
Tiedot eivät näytä oikeilta: <ul style="list-style-type: none"> ■ pisteet eivät ole kuvaajalla ■ rosoiset kuvaajat ■ tasaiset kuvaajat ■ katkonainen kuvaaja 	Toista mittaus ja varmista, että CBR 2™ on suunnattu suoraan kohteeseen. Lue sivuilla 6–9 olevat tiedot kelvollisten mittaustietojen hankkimisesta. Tarkista, ettei <i>esteettömällä alueella</i> ole oppilaita, pöytiä tai muita esteitä. Jos käytät kahta CBR 2™-yksikköä samaan aikaan samassa huoneessa, yhden ryhmän tulisi suorittaa mittaus loppuun, ennen kuin seuraava ryhmä aloittaa omansa. Tarkista, että laskin-CBR 2™-liitäntä on kunnossa. Paina kumpikin kaapelin pää lujasti vastakkeeseensa. Tarkista paristojen virran määrä (katso sivu 40).
Laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen kytkentäkaapeli on hukassa	Voit käyttää laskimen mukana toimitettua I/O-kytkentäkaapelia. (Laskimen ja CBR 2™ -laitteen välinen kytkentäkaapeli mahdollistaa EasyData-sovelluksen automaattisen käynnistymisen ja luotettavan yhteyden, joten haluat kuitenkin ehkä tilata varakaapelin.)
Paristojen virta loppuu usein	Ennen kuin laitat CBR 2™:n koteloonsa, lopeta EasyData-sovelluksen käyttö (vaihtoehdon Quit avulla) sekä muut CBR 2™- tai CBL-ohjelmat ja irrota CBR 2™ laskimesta.

EasyData-valikkokartta

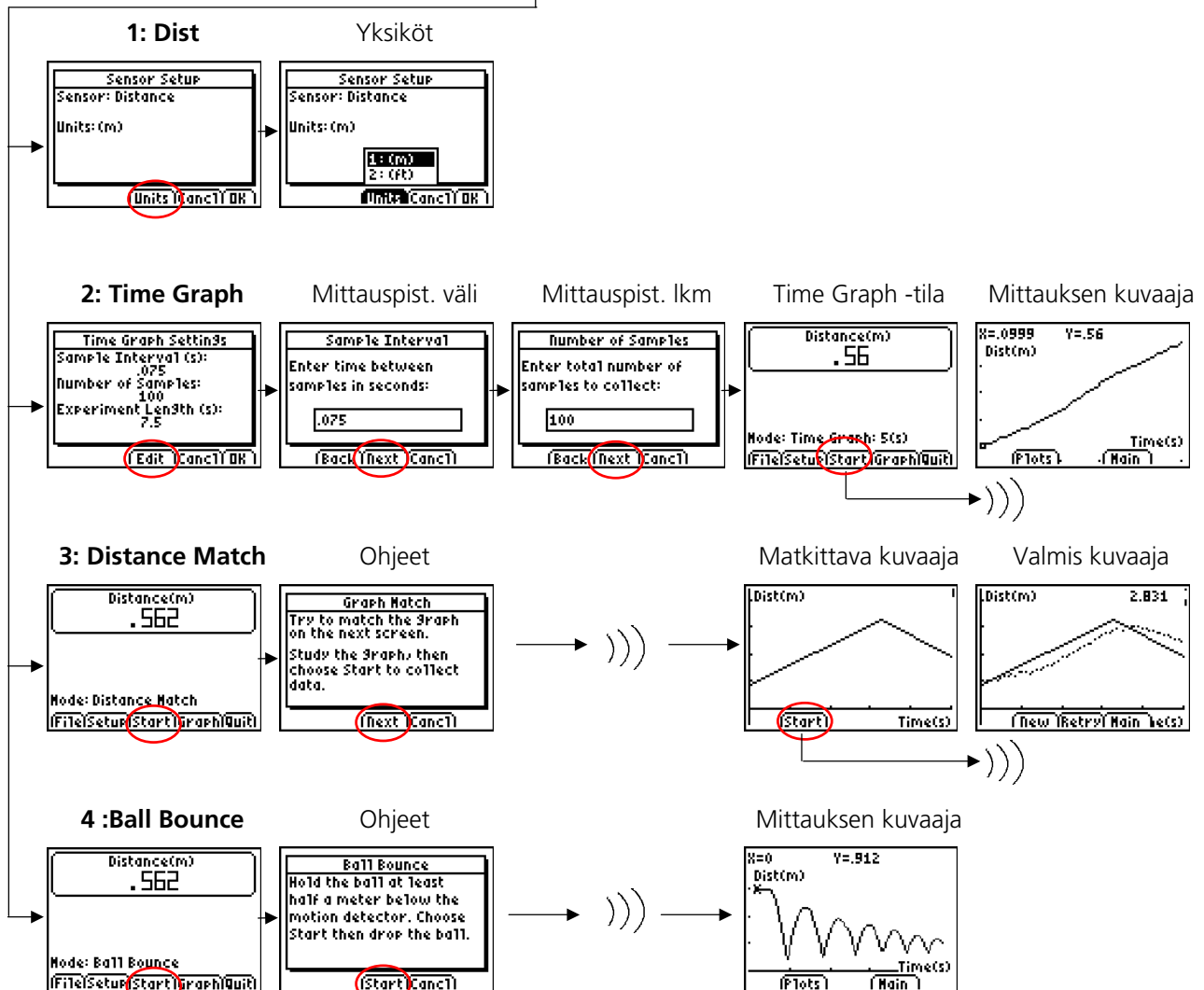
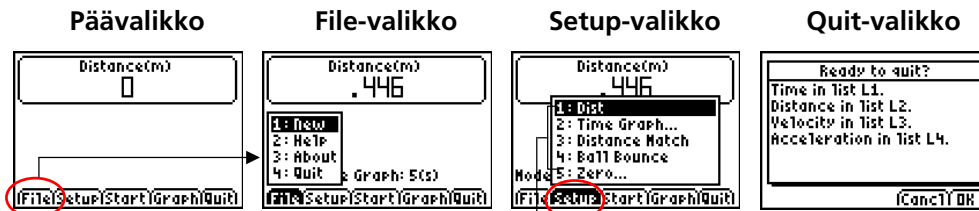
Jokaisen näytön alareunassa on yksi tai useampia vaihtoehtoja. Vaihtoehto valitaan painamalla sen alapuolella olevaa grafiikkanäppäintä.

Valikoissa liikutaan alla olevan esimerkin mukaisesti valitsemalla ympyrällä  merkitty valikon kohta.

))) ilmaisee, että tietoja kerätään parhaillaan.



Esimerkiksi, paina **GRAPH**, kun haluat valita vaihtoehdon Quit (lopeta).



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: **education.ti.com**

Huolto- ja takuutietoa

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