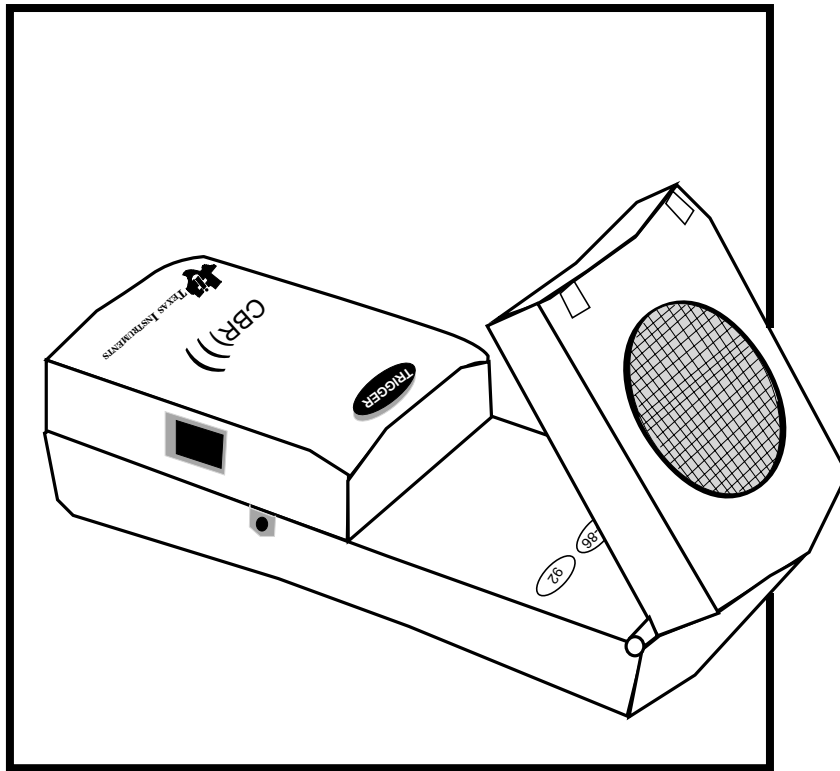


# Texas Instruments



**Calculator-Based Ranger™  
(CBR™)**

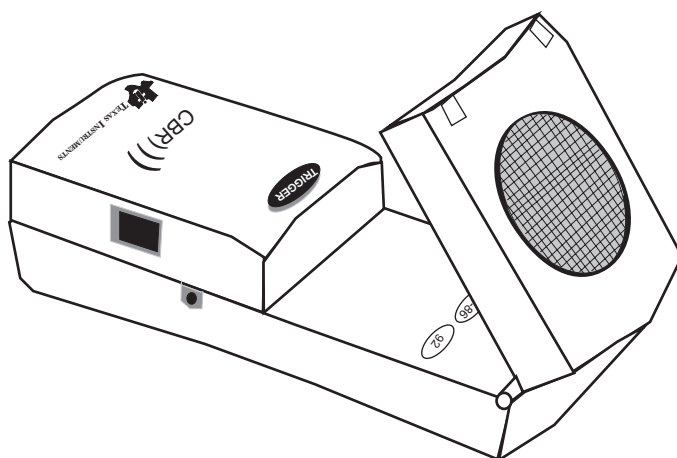
# **ZACZYNAJEMY PRACĘ Z CBR™**

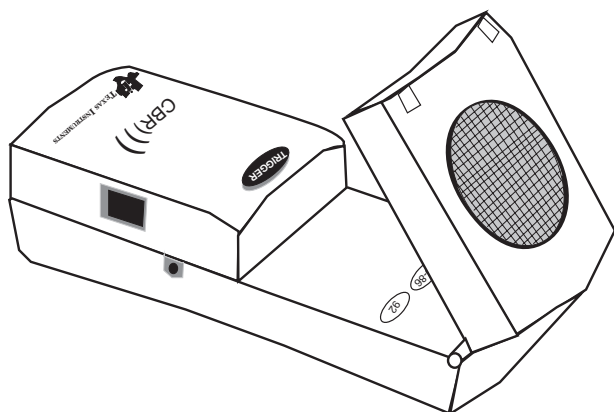
**W TYM**

**5 DOŚWIADCZEŃ W KLASIE**

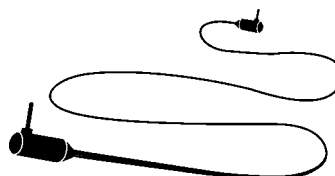
**CBR — CALCULATOR BASED RANGER —**

**— KALKULATOROWY ANALIZATOR RUCHU**

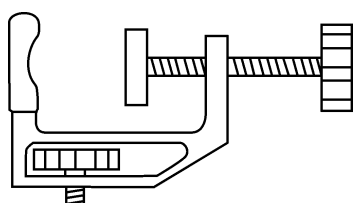




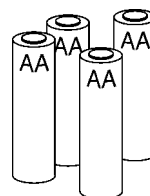
Kalkulatorowy analizator ruchu™ (CBR™)



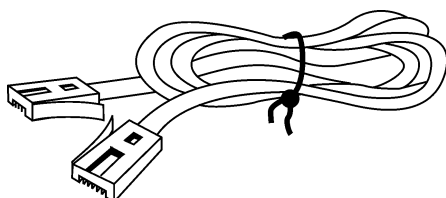
kabel połączeniowy CBR-kalkulator



uchwyt



4 batterie AA



kabel połączeniowy CBL-CBR

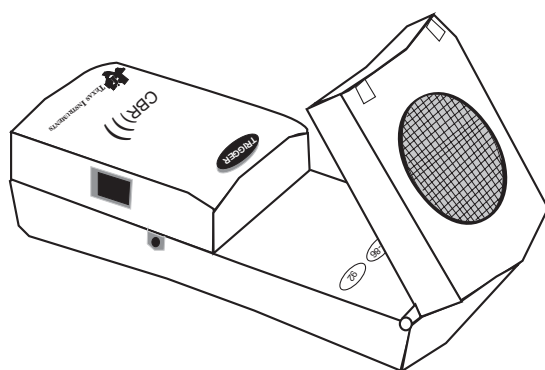
#### Ważne uwagi dotyczące materiałów niniejszego podręcznika

Texas Instruments nie udziela gwarancji, ani wyraźnej ani domniemanej, a także żadnych gwarancji dotyczących możliwości zakupu i przydatności do określonych celów; odnosi się to do wszystkich programów i materiałów książkowych, co oznacza, że będą one dostarczane bez gwarancji.

Texas Instruments nie będzie w żadnym wypadku ponosił odpowiedzialności wobec kogokolwiek za szkody szczególne, uboczne, przypadkowe lub też wtórne, wynikłe z faktu nabycia lub używania tych materiałów. Jedyna i wyłączna odpowiedzialność Texas Instruments, niezależnie od formy pozwu, nie przekroczy ceny zakupu urządzenia. Ponadto Texas Instruments nie będzie odpowiadać na żadne roszczenia wynikające z używania materiałów przez inne osoby.

© 1997, 2000 Texas Instruments Incorporated. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejszym zezwala się nauczycielom na przedruk lub fotokopiowanie w klasie, podczas ćwiczeń czy seminariów tych stron czy arkuszy niniejszego podręcznika, na których jest umieszczona adnotacja o prawach autorskich Texas Instruments. Te strony są specjalnie tak zaprojektowane, by mogły być wykorzystywane przez nauczycieli w klasie, podczas ćwiczeń czy seminariów pod warunkiem, że każda wykonana kopia posiada znak prawa autorskiego. Takie kopie nie mogą być sprzedawane, dalsza ich dystrybucja jest wyraźnie zabroniona. Za wyjątkiem powyższych okoliczności, każde reprodukcje czy przekazywanie niniejszej pracy w całości czy w częściach w jakiegokolwiek formie lub w jakikolwiek sposób elektroniczny czy mechaniczny, w tym poprzez systemy gromadzenia czy odzyskiwania informacji, wymaga pisemnego zezwolenia Texas Instruments Incorporated, chyba że federalne prawo autorskie wyraźnie na to zezwala. Zapytania prosimy kierować pod adresem: Texas Instruments Incorporated, 7800 Banner Drive, Dallas, TX, 75251, M/S 3918, Attention: Manager, Business Services.








---

## Wiadomości wstępne

Charakterystyka CBR	146
Pierwsza znajomość z CBR — To jest proste jak 1, 2, 3	148
Rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych	150

---

## Doświadczenia: opis, wskazówki dla nauczycieli oraz arkusze sprawozdań

 Doświadczenie 1 — Dopasowanie się do wykresu	funkcja liniowa	157
 Doświadczenie 2 — Samochodzik-zabawka	funkcja liniowa	161
 Doświadczenie 3 — Wahadło	funkcja sinusoidalna	165
 Doświadczenie 4 — Skacząca piłka	funkcja kwadratowa	169
 Doświadczenie 5 — Tocząca się piłka	funkcja kwadratowa	173
Informacje dla nauczyciela		177

---

## Informacje techniczne

Przechowywanie danych CBR na listach	181
Ustawienia programu RANGER	182
Użycie CBR z CBL lub z programami dla CBL	183
Polecenia programowania	184

---

## Obsługa

Baterie	186
W razie powstania problemu	187
Informacje dotyczące produktów, serwisu oraz zobowiązań gwarancyjnych firmy Texas Instruments	188

---

Mapa menu programu RANGER	189
---------------------------	-----

## ***CBR™ (Kalkulatorowy analizator ruchu™)***

akustyczny detektor ruchu  
przeznaczony do użycia z TI-82, TI-83, TI-85/CBL, TI-86, oraz TI-92  
umożliwia gromadzenie i analizę danych dotyczących realnych zjawisk w warunkach  
szkolnych  
prosty w obsłudze, samodzielny  
nie wymaga programowania

### ***Ma wbudowany program obsługi RANGER***

aby uruchomić program RANGER wystarczy nacisnąć jeden przycisk  
programy MATCH oraz BOUNCING BALL są częścią programu RANGER  
ustawienie podstawowych parametrów pomiarów jest łatwe

#### ***Jakie czynności wykonuje CBR?***

Za pomocą CBR oraz kalkulatora graficznego TI uczniowie mogą gromadzić, przeglądać i analizować dane dotyczące ruchu, bez konieczności prowadzenia uciążliwych pomiarów i ręcznego sporządzania wykresów.

CBR umożliwia uczniom przeprowadzanie badań zależności matematycznych i fizycznych między odległością, prędkością, przyspieszeniem a czasem na podstawie danych zgromadzonych w toku samodzielnie wykonywanych doświadczeń. Uczniowie mogą badać następujące pojęcia matematyczne i fizyczne:

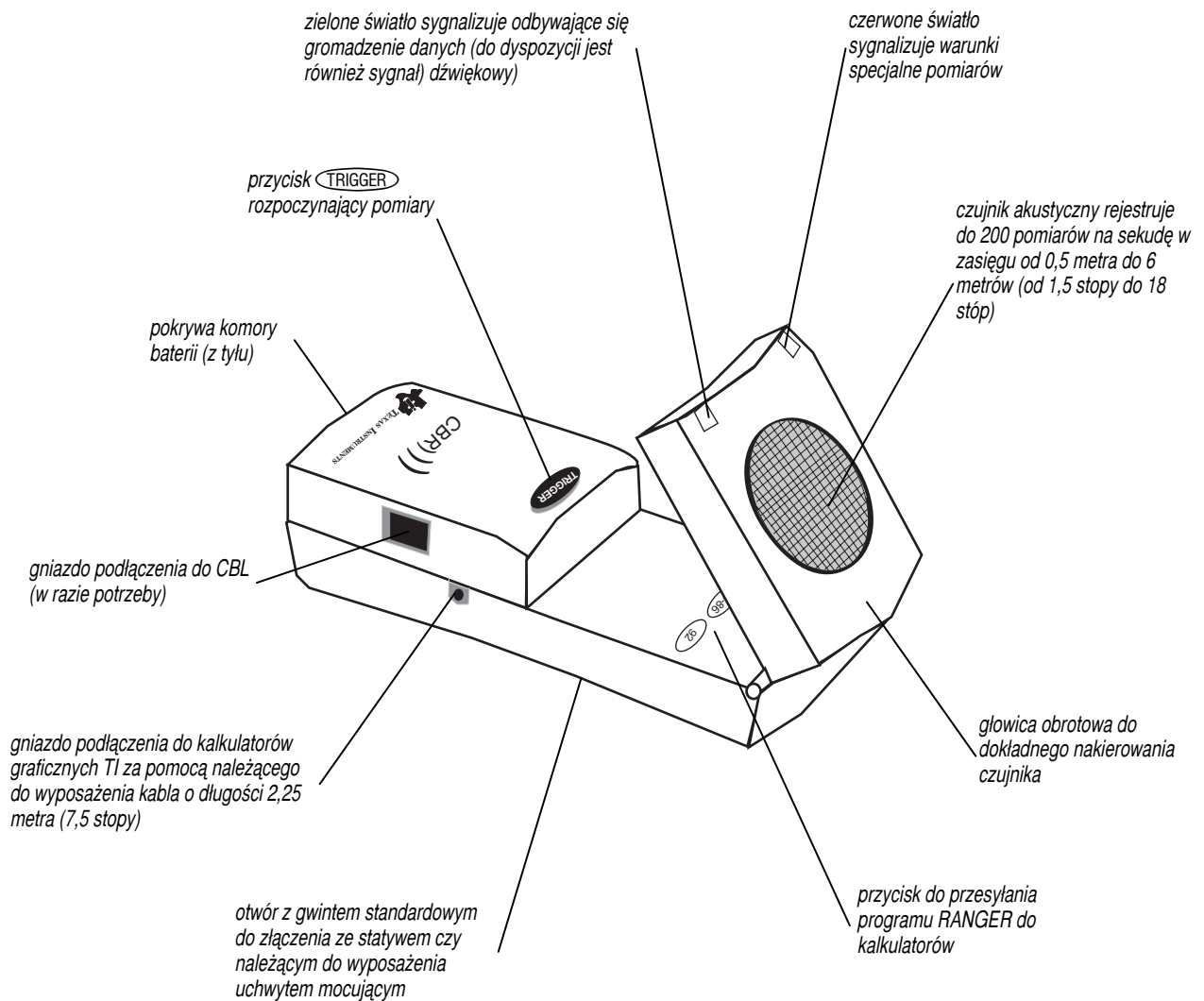
- ruch: *odległość, prędkość, przyspieszenie*
- rysowanie wykresów: *osie współrzędnych, nachylenie krzywej, punkty przecięcia*
- funkcje: *liniowa, kwadratowa, eksponencjalna, sinusoidalna*
- rachunek: *pochodne, całki*
- statystyka i analiza danych: *metody gromadzenia danych, analiza statystyczna*

#### ***Co zawiera ten podręcznik?***

Podręcznik *Zaczynamy pracę z CBR™* jest przeznaczony jako pomoc dla nauczycieli, którzy nie mają zbyt dużego doświadczenia w pracy z kalkulatorem i w programowaniu. Książka zawiera instrukcje dotyczące szybkiego uruchomienia CBR, rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych oraz materiały do przeprowadzenia w klasie pięciu doświadczeń, których celem jest zbadanie podstawowych funkcji i wielkości charakteryzujących ruch. Materiał do każdego doświadczenia (patrz stronicie 161-176) zawiera:

- wskazówki dotyczące każdego doświadczenia oraz ogólne informacje dla nauczycieli
- instrukcje przeprowadzania doświadczeń krok po kroku
- opis procedury gromadzenia podstawowych danych, przydatnej dla każdego poziomu nauczania
- rady co do bardziej szczegółowej analizy danych, w tym rozpatrywanie różnych wariantów scenariusza
- sugestie odnośnie rozszerzenia badań dla bardziej zaawansowanych uczniów, w tym także znających podstawy rachunku różniczkowego
- arkusze sprawozdań, które mogą być powielane; zawierają one pytania uwzględniające różne poziomy wiedzy

## Charakterystyka CBR. (c.d.)



*CBR posiada wszystko co jest potrzebne do łatwego i szybkiego rozpoczęcia doświadczeń w klasie - wystarczy podłączyć do niego kalkulator graficzny TI (oraz zamocować go na jakiejś łatwo dostępnej podpórce - przy niektórych doświadczeniach).*

- akustyczny detektor ruchu
- kabel połączeniowy kalkulator-CBR
- uchwyt mocujący
- program RANGER wbudowany w CBR
- 4 baterie AA
- 5 ciekawych doświadczeń do przeprowadzenia w klasie

Dysponując CBR masz do wykonania jeszcze trzy proste czynności zanim rozpoczniesz gromadzenie danych!

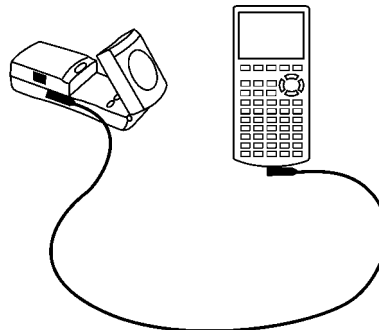
# 1

## Podłączenie

Podłącz CBR do kalkulatora graficznego TI używając kabla połączeniowego kalkulator-CBR.

Docisnij **mocno** obie końcówki kabla, aby zapewnić połączenie.

**Uwaga:** Do połączenia nadaje się również krótki kabel kalkulator-kalkulator z wyposażenia kalkulatora.



# 2

## Przesyłanie

RANGER, program przystosowany do każdego kalkulatora, jest przechowywany w CBR. Odpowiedni program łatwo jest przesłać z CBR do kalkulatora.

Najpierw przygotuj kalkulator do odbioru programu (poniżej podano klawisze, które należy naciskać).

TI-82 lub TI-83	TI-85/CBL lub TI-86	TI-92
<code>[2nd] [LINK] [▶] [ENTER]</code>	<code>[2nd] [LINK] [F2]</code>	Przejdź do ekranu początkowego.

Następnie otwórz obrotową głowicę CBR i naciśnij na CBR odpowiedni przycisk przesyłania programu.

82/83

85/86

92

Podczas przesyłania kalkulator wyświetla RECEIVING (za wyjątkiem modelu TI-92). Gdy przesyłanie jest zakończone, zielone światło na CBR zapala się i gaśnie, CBR wydaje jednokrotny sygnał dźwiękowy, i ekran kalkulatora wyświetla DONE. W wypadku jakiegokolwiek zakłócenia na CBR dwa razy zapala się czerwone światło i CBR wydaje dwukrotny sygnał dźwiękowy.

Po przesłaniu programu RANGER z CBR do kalkulatora, nie musisz więcej powtarzać tej czynności, chyba że usuniesz program RANGER z pamięci kalkulatora.

**Uwaga:** Do przechowywania programu i danych potrzebnych jest ok. 17 500 bajtów pamięci. Jeżeli musisz usunąć programy i dane z kalkulatora, możesz przechować je przekazując do komputera za pomocą TI-Graph Link™, albo do innego kalkulatora wykorzystując w tym celu kabel połączeniowy kalkulator-kalkulator czy kalkulator-CBR (patrz podręcznik użytkownika kalkulatora).

# 3

## Uruchomienie

Uruchom program RANGER (poniżej podano kolejność naciskania klawiszy).

TI-82 or TI-83	TI-85/CBL or TI-86	TI-92
Naciśnij <b>[PRGM]</b> . Wybierz RANGER. Naciśnij <b>[ENTER]</b> .	Naciśnij <b>[PRGM]</b> <b>[F1]</b> . Wybierz RANGER. Naciśnij <b>[ENTER]</b> .	Naciśnij <b>[2nd]</b> <b>[VAR-LINK]</b> . Wybierz RANGER. Naciśnij <b>[<math>\square</math>]</b> <b>[ENTER]</b> .

Ukazuje się ekran początkowy.

Naciśnij **[ENTER]**. Ukazuje się menu główne MAIN MENU.

MAIN MENU	
SETUP/SAMPLE	→ przegląd/zmiana ustawień przed rozpoczęciem pomiarów
SET DEFAULTS	→ zmiana ustawień na ustawienia domyślne
APPLICATIONS	→ DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, BALL BOUNCE
PLOT MENU	→ opcje wykresu
TOOLS	→ GET CBR DATA, GET CALC DATA, STATUS, STOP/CLEAR
QUIT	

Z menu głównego MAIN MENU wybierz ustawienia domyślne SET DEFAULTS. Ukazuje się ekran SETUP. Naciśnij **[ENTER]**, aby wybrać “rozpocząć natychmiast” START NOW. Nastaw tryb, a następnie naciśnij **[ENTER]**, aby rozpocząć gromadzenie danych. To takie proste!

### Ważne informacje

- Niniejszy podręcznik obejmuje wszystkie kalkulatory graficzne TI, których można używać z CBR, dlatego może się zdarzyć, że niektóre nazwy z menu nieco różnią się od ukazujących się na Twoim kalkulatorze.
- Przygotowując ćwiczenie upewnij się, że CBR jest dobrze zamocowany, i że nikt nie zaczepi o kabel.
- Zawsze wychodź z programu RANGER poprzez opcję QUIT. Wówczas program RANGER we właściwy sposób wyłączy CBR, co zapewni prawidłowe uruchomienie CBR przy kolejnym użyciu przyrządu.
- Gdy zamierzasz przechowywać CBR, zawsze najpierw odłącz go od kalkulatora.

Aby szybko uzyskać wyniki, przeprowadź jedno z doświadczeń opisanych w tym podręczniku!

# Rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych

## Zapewnienie dokładności pomiarów

### Jak działa CBR?

Zrozumienie zasad działania akustycznego detektora ruchu pomoże Ci w uzyskiwaniu bardziej dokładnych wykresów. Detektor ruchu wysyła impuls ultradźwiękowy, a następnie mierzy czas powrotu impulsu po odbiciu się od najbliższego przedmiotu.

CBR, podobnie jak każdy akustyczny detektor ruchu, mierzy odstęp czasu pomiędzy wysłaniem impulsu ultradźwiękowego a jego pierwszym powrotem, lecz CBR ma wbudowany procesor, który znacznie poszerza jego funkcje. Po zgromadzeniu danych, CBR oblicza odległość od przedmiotu do CBR na podstawie prędkości dźwięku. Następnie oblicza pierwszą i drugą pochodną odległości względem czasu, aby uzyskać dane dotyczące prędkości i przyspieszenia. Wyniki tych pomiarów są przechowywane w listach L1, L2, L3, i L4.

Wykonanie takich samych obliczeń, które wykonuje CBR, jest ciekawym ćwiczeniem w czasie lekcji.

- 1 Zgromadź dane w trybie REALTIME=NO. Wyjdź z programu RANGER.
- 2 Wykorzystując wartości czasu z listy L1 w połączeniu z wartościami odległości z listy L2, oblicz prędkość obiektu w każdej chwili. Następnie porównaj wyniki z danymi dotyczącymi prędkości z listy L3.

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

- 3 Wykorzystując dane o prędkości z listy L3 (albo wyniki obliczeń wykonanych przez uczniów) w połączeniu z wartościami czasu z listy L1, oblicz przyspieszenie obiektu w każdym mierzonym odstępie czasu. Następnie porównaj wyniki z danymi o przyspieszeniu z listy L4.

### Wielkość obiektu

Użycie małych przedmiotów znajdujących się na dużej odległości od CBR zmniejsza dokładność odczytywania. Na przykład, na odległości 5 metrów prawdopodobieństwo wykrycia piłki do futbolu jest znacznie większe niż piłki do ping-ponga.

### Zasięg minimalny

Kiedy CBR wysyła impuls, impuls ten dociera do obiektu, odbija się od niego, wraca i zostaje odebrany przez CBR. Jeżeli przedmiot znajduje się na odległości mniejszej niż 0,5 metra (1,5 stopy), kolejne impulsy mogą się nakładać, czego skutkiem jest ich niewłaściwa identyfikacja przez CBR oraz niedokładność wykresu. Dlatego CBR powinien znajdować się co najmniej 0,5 metra od obiektu.

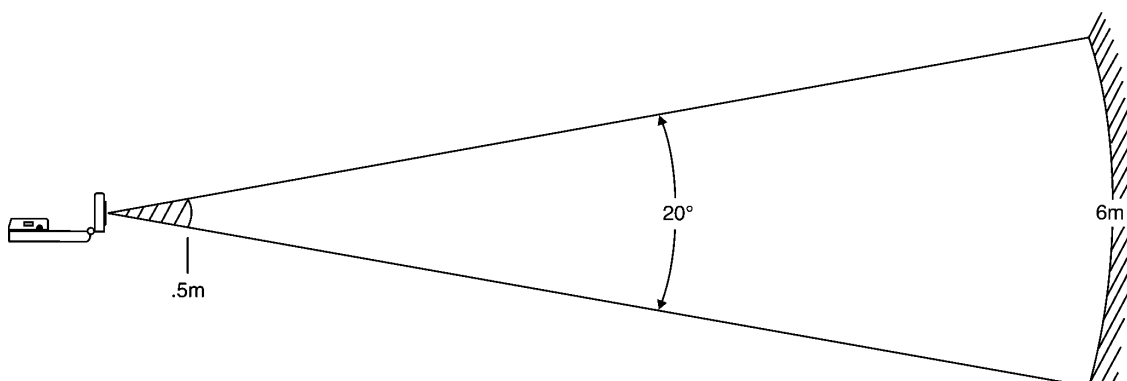
### Zasięg maksymalny

Pokonując przestrzeń impuls stopniowo traci swoją siłę. Po przebyciu 12 metrów (6 metrów po drodze do przedmiotu i 6 metrów z powrotem do CBR), sygnał może być zbyt słaby, aby został właściwie rozpoznany przez CBR. Dlatego zwykle odległość od CBR do przedmiotu powinna być mniejsza niż 6 metrów (19 stóp).

### Strefa wykrywania

Wiązka emitowana przez CBR nie jest wąska i cylindryczna, lecz rozszerza się we wszystkich kierunkach pod kątem do 10 i ma kształt stożka.

Aby uniknąć oddziaływania innych przedmiotów znajdujących się w pobliżu, zadбай o to, by nic nie znalazło się na drodze wiązki CBR. Dzięki temu ma się pewność, że CBR rejestruje właśnie ten obiekt, o który nam chodzi. CBR rejestruje najbliższy obiekt w strefie wykrywania.



### Powierzchnie odbijające

Niektóre powierzchnie odbijają impulsy lepiej niż inne. Na przykład, uzyskasz lepsze wyniki mając do czynienia ze stosunkowo twardą, gładką piłką, niż z piłką tenisową. Odwrotnie, pomiary wykonane w pomieszczeniu pełnym twardych, odbijających powierzchni prawdopodobnie dadzą wyniki przypadkowe. Gdy mamy do czynienia z powierzchniami nieregularnymi (na przykład samochodzika-zabawki czy ucznia idącego z kalkulatorem w ręku) wyniki pomiarów mogą się okazać niestabilne.

Wykres odległość-czas dla przedmiotu nieruchomego może mieć niewielkie różnice w obliczonych wartościach odległości. Jeżeli którekolwiek z tych wartości zostaną odwzorowane przez niewłaściwe piksele, oczekiwana płaska krzywa może wykazywać lokalne wypaczenia. Wykres prędkość-czas może się okazać nawet bardziej zniekształcony, ponieważ zmiana odległości między dowolnymi dwoma punktami w ciągu pewnego czasu z definicji stanowi prędkość. W takich wypadkach może zająć potrzeba wygładzenia danych.

## Ustawienia programu RANGER

### Czas pomiaru

TIME - to czas całkowity w sekundach, w ciągu którego dokonuje się pomiarów. Wprowadź liczbę całkowitą od 1 sekundy (dla szybko przesuwających się przedmiotów) do 99 sekund (dla wolno przesuwających się przedmiotów). Dla trybu REALTIME=YES, TIME zawsze wynosi 15 sekund.

Im mniejsza jest wielkość TIME, tym bliżej CBR powinien znajdować się przedmiot. Na przykład, jeżeli TIME=1 SECOND, przedmiot nie może znajdować się dalej niż o 1,75 metra (5,5 stóp) od CBR.

### Rozpoczęcie i zakończenie

Ekran SETUP w programie RANGER oferuje kilka opcji rozpoczęcia i zakończenia pomiarów.

- BEGIN ON: [ENTER]. Pomiary rozpoczyna się naciśnięciem klawisza [ENTER] kalkulatora, kiedy osoba rozpoczynająca pomiary znajduje się najbliżej kalkulatora.
- BEGIN ON: [TRIGGER]. Rozpoczyna się i kończy pomiary z pomocą przycisku CBR (TRIGGER), kiedy osoba rozpoczynająca pomiary znajduje się najbliżej CBR.  
Przy tej opcji możesz również odłączyć CBR. Nastawiasz pomiar, odłączasz kabel połączeniowy od CBR, bierzesz CBR na miejsce akcji, naciskasz (TRIGGER), mierzysz, ponownie podłączasz CBR i naciskasz [ENTER], aby przesłać dane. Korzystaj z opcji BEGIN ON: [TRIGGER], kiedy kabel połączeniowy nie jest wystarczająco długi, albo gdy może on przeszkodzić gromadzeniu danych. Takiej możliwości nie ma w trybie REALTIME=YES (na przykład, w aplikacji MATCH).
- BEGIN ON: DELAY. Pomiary rozpoczyna się po upływie 10-sekund od naciśnięcia [ENTER]. Ta opcja jest szczególnie pomocna, kiedy pomiarów dokonuje tylko jedna osoba.

### Przycisk wyzwania

Działanie przycisku (TRIGGER) zależy od ustawień.

- Przycisk (TRIGGER) daje początek pomiarom, nawet jeżeli zostały wybrane opcje BEGIN ON: [ENTER] czy BEGIN ON: DELAY. Ten przycisk również przerywa pomiary, ale zazwyczaj będziesz chciał doprowadzić je do końca.
- W trybie REALTIME=NO, po zakończeniu pomiarów, przycisk (TRIGGER) automatycznie powtarza ostatni pomiar, ale nie przesyła danych do kalkulatora. Aby przesłać te dane, z menu głównego MAIN MENU wybierz narzędzia TOOLS, a następnie wybierz odbiór danych CBR GET CBR DATA. (Możesz również powtórzyć pomiar wybierając powtórzenie pomiaru REPEAT SAMPLE z menu wykresu PLOT MENU, albo rozpoczęcie natychmiastowe START NOW z ekranu ustawień SETUP.)

### Wyglądanie

Funkcja wyglądania przewidziana w programie RANGER może zmniejszyć wpływ sygnałów przypadkowych czy zmienności w pomiarach odległości. Unikaj jednak zbyt intensywnego wyglądania. Zaczynaj bez wyglądania, lub zastosuj słabe wyglądanie LIGHT. Zwiększaj stopień wyglądania, nim nie osiągniesz zadowalających wyników.

- Jeżeli przewidujesz w czasie pomiarów wyższy od przeciętnego poziom sygnałów przypadkowych, możesz na ekranie SETUP zwiększyć wyglądanie przed rozpoczęciem pomiarów (patrz stronę 182).
- Jeżeli dane już zostały zgromadzone w trybie REALTIME=NO, możesz zastosować wyglądanie zgromadzonych danych. Kalkulator powinien być podłączony do CBR. Wybierz narzędzia wykresu PLOT TOOLS z menu wykresu PLOT MENU, wybierz wyglądanie danych SMOOTH DATA, a następnie wybierz stopień wyglądania.

### Zakłócenia — co to jest i jak sobie z tym poradzić?

Kiedy CBR odbiera sygnały odbite nie od przedmiotu, na który jest nacelowany, lecz od innych przedmiotów, na wykresie ukazują się błędne punkty danych (wysoki zakłócenie), które nie pasują do ogólnego wzorca wykresu. Aby zminimalizować zakłócenia:

- Upewnij się, że CBR jest nastawiony prosto na cel. Zanim rozpoczniesz pomiary w trybie REALTIME=NO, w trybie REALTIME=YES wyreguluj głowicę czujnika, aż otrzymasz dobre wyniki.
- Staraj się wykonywać pomiary w strefie wolnej od innych przedmiotów (patrz rysunek *strefy wykrywania* na stronie 151).
- Wybierz większy, lepiej odbijający impulsy obiekt, albo przybliż obiekt do CBR, (lecz na odległość przekraczającą 0,5 metra).
- Kiedy w jednym pomieszczeniu używa się więcej niż jednego CBR, jedna grupa powinna zakończyć pomiary zanim następną grupą je rozpocznie.
- Jeżeli zakłócenia zaistniały w czasie pomiarów w trybie REALTIME=YES, powtórz je stosując wyższy stopień wyglądania, nim nie uzyskasz zadowalających wyników. (W aplikacjach DISTANCE MATCH, VELOCITY MATCH, czy BALL BOUNCE nie jest możliwa zmiana stopnia wyglądania.)
- Jeżeli zakłócenia zaistniały w czasie pomiarów w trybie REALTIME=NO, możesz zastosować wyższy stopień wyglądania wobec danych początkowych.

### Prędkość dźwięku

Przybliżona odległość do obiektu jest obliczana na podstawie nominalnej prędkości dźwięku. Tymczasem rzeczywista prędkość dźwięku zmienia się w zależności od kilku czynników, przede wszystkim temperatury powietrza. Dla pomiarów względnych ruchu ten czynnik nie jest ważny. Natomiast, gdy doświadczenia wymagają bardzo dokładnych pomiarów, do uwzględnienia temperatury środowiska może zostać użyte odpowiednie polecenie programowania (patrz strony 184-185).

### **REALTIME=YES**

Używaj trybu REALTIME=YES:

- gdy obiekt porusza się wolno
- gdy chcesz widzieć wyniki w trakcie ich gromadzenia
- gdy chodzi Ci o zgromadzenie czy ujęcie w formie wykresu tylko jednego rodzaju danych (odległość, prędkość lub przyspieszenie)

W trybie REALTIME=YES, CBR przetwarza wskazane dane wykresu (odległość, prędkość lub przyspieszenie), które są przesyłane do kalkulatora po każdym pomiarze odległości. Następnie RANGER nanosi osobny punkt dla tego pomiaru.

Ponieważ wszystkie te operacje muszą być zakończone przed rozpoczęciem kolejnego pomiaru, maksymalna szybkość pomiaru w trybie REALTIME=YES jest ograniczona.

Wykonanie pomiaru, przetworzenie oraz przesłanie danych dla jednego punktu danych zajmuje około 0,080 sekundy. Dodatkowy czas jest potrzebny na wykonanie takich operacji jak kreślenie punktu, co zmniejsza efektywną szybkość pomiarów w programie RANGER do około 0,125 sekundy na jeden pomiar.

### **REALTIME=NO**

Używaj trybu REALTIME=NO:

- gdy obiekt porusza się szybko
- gdy potrzebne jest wygładzanie (patrz stronę 153)
- aby pracować z CBR odłączonym od kalkulatora (patrz stronę 155)
- gdy chodzi Ci o zgromadzenie czy ujęcie w formie wykresu wszelkich rodzajów danych (odległość, prędkość oraz przyspieszenie)

W trybie REALTIME=NO dane są przechowywane w CBR i nie są przesyłane do kalkulatora aż do zakończenia wszystkich pomiarów. Pomiary mogą być wykonywane z szybkością jeden pomiar co 0,005 sekundy dla obiektów znajdujących się blisko. Dane dotyczące czasu, odległości, prędkości i przyspieszenia są przesyłane do kalkulatora.

Ponieważ dane są przechowywane w CBR, możesz wielokrotnie przysyłać je z CBR do kalkulatora.

- Zawsze gdy zmieniasz stopień wygładzania, CBR stosuje nowy mnożnik wygładzania, przesyła skorygowane dane do kalkulatora i przechowuje wygładzone wartości w listach.
- Wybór obszaru zmienia listy przechowywane w kalkulatorze. W razie konieczności, możesz odzyskać dane pierwotne z CBR. Z menu głównego MAIN MENU w programie RANGER wybierz narzędzia TOOLS. Z menu TOOLS wybierz pobieranie danych CBR GET CBR DATA.
- Istnieje również możliwość, by z tych samych danych korzystało wielu uczniów, nawet jeżeli używają oni kalkulatorów graficznych TI różnego typu. Dzięki tej możliwości wszyscy uczniowie biorą udział w analizie danych korzystając z jednakowych danych (patrz stronę 155).

### ***Użycie CBR w trybie odłączenia od kalkulatora***

Ponieważ odłączony od kalkulatora CBR nie może przysyłać danych do kalkulatora na bieżąco, potrzebne są określone ustawienia. Na ekranie ustawień SETUP:

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

Program RANGER podpowie Ci, kiedy należy odłączyć CBR i kiedy ponownie podłączyć. Nie są potrzebne żadne specjalne procedury.

### ***Wspólne korzystanie z danych***

Przypuśćmy, że chcesz, aby cała klasa jednocześnie analizowała te same dane. Za pomocą CBR możesz w trybie REALTIME=NO szybko przekazać dane całej klasie.

- ❶ Przed rozpoczęciem gromadzenia danych prześlij program RANGER do kalkulatorów wszystkich uczniów.
- ❷ Zgromadź dane za pomocą CBR w trybie REALTIME=NO.
- ❸ Podłącz kalkulator jednego z uczniów do CBR używając kabla połączeniowego kalkulator-CBR czy kabla połączeniowego kalkulator-kalkulator.
- ❹ Z menu głównego MAIN MENU w programie RANGER wybierz narzędzia TOOLS. Z menu TOOLS wybierz GET CBR DATA. Zostaje wyświetlony napis TRANSFERRING... (przesyłanie) i ukazuje się wykres.
- ❺ Naciśnij **[ENTER]**, aby wrócić do menu wykresu PLOT MENU, a następnie wybierz QUIT. Odłącz kabel.
- ❻ Połącz inny kalkulator (tego samego typu) z kalkulatorem, do którego zostały przekazane dane. Na kalkulatorze odbierającym z MAIN MENU w programie RANGER wybierz TOOLS. Z menu TOOLS wybierz GET CALC DATA. Zostają wyświetlone instrukcje wyjaśniające jakie ustawienia należy wykonać na kalkulatorze wysyłającym. Gdy będzie gotowy, naciśnij **[ENTER]**, a listy L1, L2, L3, L4, oraz lista L5 zostaną automatycznie przesłane.
- ❼ Prześlij dane z CBR do kalkulatora innego ucznia. Tymczasem pozostali uczniowie mogą kontynuować przesyłanie z kalkulatora do kalkulatora.

Gdy wszyscy uczniowie będą mieli jednakowe dane, wówczas mogą przeanalizować je w programie RANGER używając PLOT MENU, albo poza programem RANGER używając list oraz funkcji graficznych kalkulatora.

Aby przekazać dane do modelu TI-85, użyj do przekazywania list funkcji LINK spoza programu RANGER.

### **Nie tylko zwykłe gromadzenie danych**

Skoro zgromadziłeś i odwzorowałeś dane w programie RANGER, możesz przeprowadzić analizę danych poszukując zależności funkcyjnej. Ponieważ dane są przechowywane w postaci list i przedstawiane jako wykres statystyczny, do analizy tej zależności możesz użyć klawiszy **GRAPH** i **Y=**.

#### **W programie RANGER**

- Przeprowadź badanie wykresów używając śledzenia TRACE, które jest ustawiane automatycznie. (Na modelu TI-85, użyj kursora swobodnego.)
- Wykonaj operacje na zestawie danych, łącznie z wygładzaniem danych czy wyborem obszaru zainteresowań.

#### **Poza programem RANGER**

- Przeprowadź badanie danych używając edytora list kalkulatora.
- Na podstawie uzyskanych danych wykonaj ręczne modelowanie funkcji używając Y=edytora funkcji kalkulatora.
- Automatycznie określ równanie, które najlepiej pasuje do uzyskanych danych, używając w tym celu funkcji regresji kalkulatora.

Poza zależnościami reprezentowanymi przez opcje wykresów w programie RANGER, można też przeprowadzić badania innych zależności. Na przykład, wykresy odległość-czas i prędkość-czas mogą być zobrazowane jako wykresy statystyczne. Z menu głównego MAIN MENU w programie RANGER, wybierz QUIT, a następnie ustaw Plot1 jako L1 w zależności od L2 i Plot2 jako L1 w zależności od L3. (Może również zajść potrzeba dopasowania okna wykresu.)

Dane i wykresy można przesłać do komputera używając TI-Graph Link. Jest to szczególnie przydatne, kiedy uczniowie sporządzają bardziej szczegółowe sprawozdania z wyników swoich doświadczeń.

### **Użycie CBR bez programu RANGER**

CBR jako akustyczny detektor ruchu może być używany z CBL, albo z innymi niż RANGER programami.

- Informacje dotyczące użycia CBR z CBL znajdziesz na stronie 183.
- Informacje dotyczące programów i doświadczeń znajdziesz na stronie 180.
- Informacje dotyczące poleceń programowania przydatnych do pisania Twoich własnych programów znajdziesz na stronach 184-185.

### Pojęcia

Badana funkcja: liniowa.

MATCH (dopasowanie) zapoznaje uczniów z pojęciami odległości i czasu, lub, ściślej, pojęciem *zależności* odległości od czasu. Podczas gdy uczniowie próbują odtwarzać wykresy chodząc po klasie i obserwując, jak ich ruch zostaje odwzorowany, można przeprowadzić badania pojęcia pozycji.

W ramach badań uczniowie są proszeni o przeliczenie szybkości ich poruszania się z metrów na sekundę na kilometry na godzinę.

Gdy uczniowie zrozumieją relację między odległością a czasem, można przejść do tematu prędkość-czas.

### Materiały

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kabel połączeniowy kalkulator-kalkulator

TI ViewScreen™ umożliwi innym uczniom obserwację i zwiększa przez to atrakcyjność doświadczenia.

### Rady

Uczniom naprawdę podoba się to doświadczenie. Przeznacz na nie dosyć czasu, bo każdy będzie chciał spróbować sam!

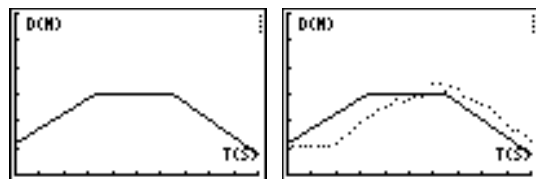
To doświadczenie jest najbardziej poglądowe, kiedy uczeń, który chodzi (i cała klasa) może obserwować projekcję ruchu na ścianie czy ekranie za pomocą TI ViewScreen.

Poucz uczniów, że powinni poruszać się po linii prostej będącej przedłużeniem CBR, bo czasem odchodzą w bok (pod kątem prostym do tej linii), lub nawet podskakują!

Zaleca się, aby pomiary przeprowadzano w metrach, co odpowiada arkuszowi sprawozdania ucznia.

Na stronicach 150–156 podano rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych.

### Typowe wykresy



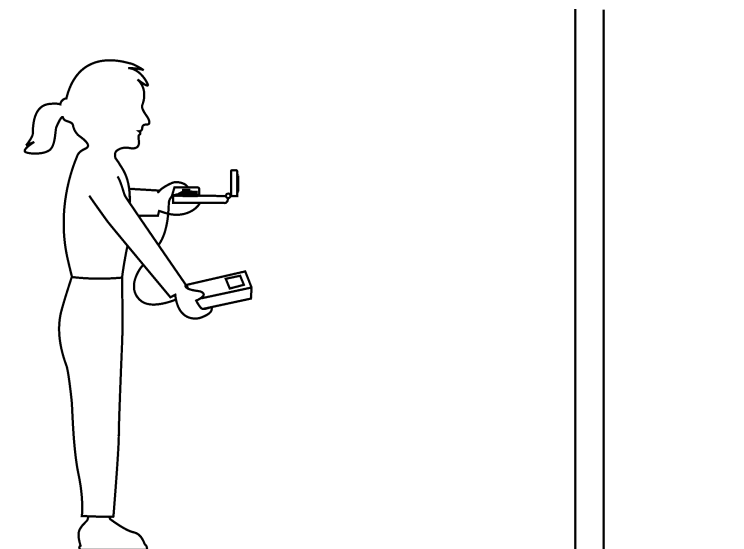
### Typowe odpowiedzi

1. czas (od rozpoczęcia pomiaru); sekundy; 1 sekunda; odległość (od CBR do przedmiotu); metry; 1 metr
2. odcinek y reprezentuje odległość początkową
3. różne odpowiedzi różnych uczniów
4. do tyłu (zwiększenie odległości między CBR a przedmiotem)
5. do przodu (zmniejszenie odległości między CBR a przedmiotem)
6. stać w miejscu; aby nachylenie było równe zero, nie powinno być zmian y (odległości)
7. zależy od wykresu;  $\Delta y/3,3$
8. zależy od wykresu;  $\Delta y/1$
9. na odcinku o największym nachyleniu (dodatnim czy ujemnym)
10. to jest podstępne pytanie - odcinek jest płaski, ponieważ ruchu nie ma w ogóle!
11. szybkość chodu; gdy się zmienia kierunek oraz/lub szybkość
12. szybkość (lub prędkość)
13. zależy od wykresu (przykład: 1,5 metra w ciągu 3 sekund)
14. zależy od wykresu; przykład: 0,5 metra/1 sekundę  
przykład:  $(0,5 \text{ metra} / 1 \text{ sekundę}) \times (60 \text{ sekund} / 1 \text{ minutę}) = 30 \text{ metrów} / \text{minutę}$   
przykład:  $(30 \text{ metrów} / 1 \text{ minutę}) \times (60 \text{ minut} / 1 \text{ godzinę}) = 1800 \text{ metrów} / \text{godzinę}$   
przykład:  $(1800 \text{ metrów} / 1 \text{ godzinę}) \times (1 \text{ kilometr} / 1000 \text{ metrów}) = 0,18 \text{ kilometrów} / \text{godzinę}$   
Niech uczniowie porównają ostatnią liczbę z prędkością pojazdu, przykładowo, 96 kilometrów / godzinę (60 mil na godzinę).
15. zależy od wykresu; suma  $\Delta y$  dla wszystkich odcinków linii.

### Gromadzenie danych

- 1 Trzymaj CBR w jednym ręku, a kalkulator w drugim. Skieruj czujnik prosto na ścianę.

**Rady:** Odległość maksymalna dla każdego wykresu wynosi 4 metry (12 stóp) od CBR. Zasięg minimalny wynosi 0,5 metra (1,5 stopy). Upewnij się, że w *strefie wykrywania* nie ma nic (patrz stronę 151).



- 2 Uruchom program RANGER (na stronie 149 podano kolejność naciskania klawiszy dla każdego kalkulatora).
- 3 Z menu głównego MAIN MENU wybierz aplikację APPLICATIONS. Wybierz metry METERS.
- 4 Z menu APPLICATIONS wybierz dopasowanie odległości DISTANCE MATCH. Na ekranie zostają wyświetlone ogólne instrukcje. DISTANCE MATCH automatycznie wprowadza ustawienia.
- 5 Naciśnij **[ENTER]**, aby został wyświetlony odpowiedni wykres. Zbadaj wykres. *Odpowiedz na pytania 1 i 2 arkusza sprawozdania.*
- 6 Stań tam, gdzie według Ciebie zaczyna się wykres. Naciśnij **[ENTER]**, aby rozpocząć gromadzenie danych. Podczas gromadzenia danych świeci się zielone światło i słychać potrzaskiwanie.
- 7 Chodź tam i z powrotem starając się dopasować do wykresu. Twoja pozycja jest odwzorowywana na ekranie.
- 8 Po ukończeniu próby sprawdź, o ile Twój “spacer” był zgodny z wykresem, a następnie *odpowiedz na pytanie 3.*
- 9 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić menu OPTIONS i wybierz SAME MATCH. Postaraj się polepszyć technikę swego ruchu, a następnie *odpowiedz na pytania 4, 5, i 6.*

### Badania

W trybie DISTANCE MATCH, wszystkie wykresy składają się z trzech odcinków prostej.

- 1 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić menu opcji OPTIONS i wybierz NEW MATCH. Zbadaj pierwszy segment i *odpowiedz na pytania 7 i 8.*
- 2 Zbadaj cały wykres i *odpowiedz na pytania 9 i 10.*
- 3 Stań tam, gdzie, twoim zdaniem, zaczyna się wykres, naciśnij **[ENTER]**, aby rozpocząć gromadzenie danych, i postaraj się dopasować do wykresu.
- 4 Kiedy pomiary zostaną zakończone, *odpowiedz na pytania 11 i 12.*
- 5 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić menu OPTIONS i wybierz NEW MATCH.
- 6 Zbadaj wykres i *odpowiedz na pytania 13, 14 i 15.*
- 7 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić menu OPTIONS. W razie potrzeby powtórz doświadczenie, albo wróć do menu głównego MAIN MENU i następnie wybierz QUIT, aby wyjść z programu RANGER.

### Badania zaawansowane

Wszystkie wykresy utworzone przez DISTANCE MATCH składały się z prostych. Teraz wybierz aplikację VELOCITY MATCH, w której będziesz musiał dopasować się do wykresu prędkość-czas. To nie jest takie proste!

MATCH jest programem bardzo popularnym. Oferujemy dodatkowe wersje, które umożliwiają badania bardziej skomplikowanych wykresów (patrz stronicę 36).

# Doświadczenie 1—Dopasowanie się do wykresu

Nazwisko \_\_\_\_\_

## Gromadzenie danych

1. Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi x? \_\_\_\_\_  
W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_ Jaki jest odstęp między znakami podziałki? \_\_\_\_\_  
Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi y? \_\_\_\_\_  
W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_ Jaki jest odstęp między znakami podziałki? \_\_\_\_\_
2. W jakiej odległości od CBR powinieneś, Twoim zdaniem, stać na początku? \_\_\_\_\_
3. Czy na początku znajdowałeś się zbyt blisko, za daleko, czy akurat tam gdzie trzeba? \_\_\_\_\_
4. Czy gdy odcinek jest nachylony w górę powinieneś iść do przodu czy do tyłu? \_\_\_\_\_  
Dlaczego? \_\_\_\_\_
5. Czy gdy odcinek jest nachylony w dół powinieneś iść do przodu czy do tyłu? \_\_\_\_\_  
Dlaczego? \_\_\_\_\_
6. Co należy robić, gdy odcinek jest płaski? \_\_\_\_\_  
Dlaczego? \_\_\_\_\_

## Badania

7. Jeżeli idziesz z szybkością jeden krok na sekundę, jaka jest długość Twego kroku? \_\_\_\_\_
8. Jeżeli długość Twego kroku wynosi 1 metr (albo 1 stopę), ile kroków powinieneś zrobić? \_\_\_\_\_
9. Na którym odcinku musisz poruszać się najszybciej? \_\_\_\_\_  
Dlaczego? \_\_\_\_\_
10. Na którym odcinku musisz poruszać się najwolniej? \_\_\_\_\_  
Dlaczego? \_\_\_\_\_
11. Poza wyborem kierunku ruchu, do przodu czy do tyłu, jakie inne czynniki miały wpływ na dokładność Twego dopasowania się do wykresu? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. Jaka wielkość fizyczną odwzorowuje nachylenie odcinka prostej? \_\_\_\_\_
13. Biorąc pod uwagę pierwszy odcinek prostej, ile metrów powinieneś przejść i w ciągu ilu sekund? \_\_\_\_\_
14. Przelicz wartość, o którą chodzi w pytaniu 13 (prędkość), na metry/1 sekundę: \_\_\_\_\_  
Przelicz na metry/minutę: \_\_\_\_\_  
Przelicz na metry/godzinę: \_\_\_\_\_  
Przelicz na kilometry/godzinę: \_\_\_\_\_
15. Jaka odległość naprawdę pokonałeś? \_\_\_\_\_

### Pojęcia

Badana funkcja: liniowa.

Ruch samochodzika-zabawki o elektrycznym napędzie ilustruje realne pojęcie stałej prędkości.

### Materiały

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kabel połączeniowy kalkulator-CBR
- ✓ samochodzik-zabawka na baterie
- ✓ TI ViewScreen (opcjonalnie)

### Rady

Samochody-zabawki bardzo się różnią co do wielkości, kształtu i kąta odbicia fali ultradźwiękowej. Dlatego jakość wykresów wynikowych też może być różna. Aby uzyskać dobre wykresy, dla niektórych samochodzików może być potrzebna dodatkowa powierzchnia odbijająca. Spróbuj umocować na samochodziku kartkę katalogową - będzie to dobry cel dla czujnika.

W doświadczeniu możesz używać rozmaitych samochodzików, aby uczniowie mogli zbadać wpływ tych czynników.

Powolniejsze samochodziki (na przykład, przeznaczone dla młodszych dzieci) lepiej nadają się do tego doświadczenia. Wybierz samochodzik, który porusza się ze stałą prędkością.

Na stronach 150–156 podano rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych.

### Badania

Nachylenie wykresu odległość-czas odwzorowuje prędkość przedmiotu w wybranym czasie. Tak więc, dla przedmiotu poruszającego się ze stałą prędkością nachylenie wykresu odległość-czas jest stałe. Dlatego wykres odległość-czas przedstawia zależność liniową.

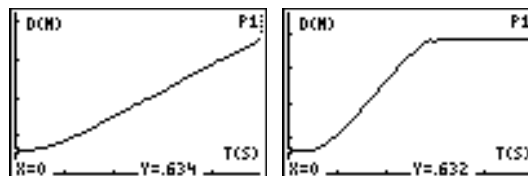
Jeżeli rozpoczniesz gromadzenie danych zanim samochodzik ruszy, to zauważysz, że początek wykresu odległość-czas nie jest liniowy. Dlaczego? Samochodzik na początku znajduje się w stanie równowagi ( $v = 0$ ). Nie może natychmiast osiągnąć swojej prędkości stałej. Przyspieszenie ma postać wzoru:

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

Warunkiem, aby przedmiot natychmiast przeszedł od spoczynku do swojej prędkości stałej, jest  $\Delta t = 0$ . Ale to oznacza nieskończone przyspieszenie, co z punktu widzenia fizyki nie jest możliwe.

(Zgodnie z II prawem Newtona,  $F = ma$ , nieskończone przyspieszenie może być jedynie wynikiem oddziaływania siły nieskończonej, co też nie jest możliwe.) Tak więc, w ciągu określonego odstępu czasu będziemy obserwowali przyspieszenie pojazdu (zwiększenie jego prędkości) do prędkości stałej.

### Typowe wykresy



### Odpowiedzi na pytania

1. pierwszy lub ostatni wykres; odległość wzrasta ze stałą szybkością
2. uczniowie wprowadzają wartości używając TRACE
3. wartości odległości wzrastają o stałą wielkość
4. prędkość charakteryzuje szybkość zmiany odległości w przeciągu czasu; wartości są te same dla każdego jednakowego przyrostu czasu
5. uczeń powinien uzyskać wartość zbliżoną do wartości obliczonych dla  $m$   
zbliżona do  $m$   
 $m$  reprezentuje prędkość albo szybkość samochodu
6.  $b$  - to jest punkt przecięcia osi  $y$ ; na przykład:  $y = 2x + 0$
7. odległość może być różna; na przykład, jeżeli  $m = 2$ , odległość ( $y$ ) = 20 metrów po 10 sekundach ( $y = 2 \times 10 + 0$ ); dla 1 minuty,  $y = 120$  metrów

### Badania zaawansowane

Nachylenie wykresu prędkość-czas dla prędkości stałej wynosi zero. Dlatego wykres przyspieszenie-czas charakteryzuje  $a = 0$  (w idealnym przypadku) w ciągu okresu, w którym prędkość jest stała.

Pole obszaru ograniczonego wykresem prędkość-czas i osią czasu jest przemieszczeniem przedmiotu (pokonana odległość netto) w odstępie czasu od  $t_1$  do  $t_2$ .

Uczniowie posługujący się rachunkiem różniczkowym mogą obliczyć przemieszczenie według wzoru:

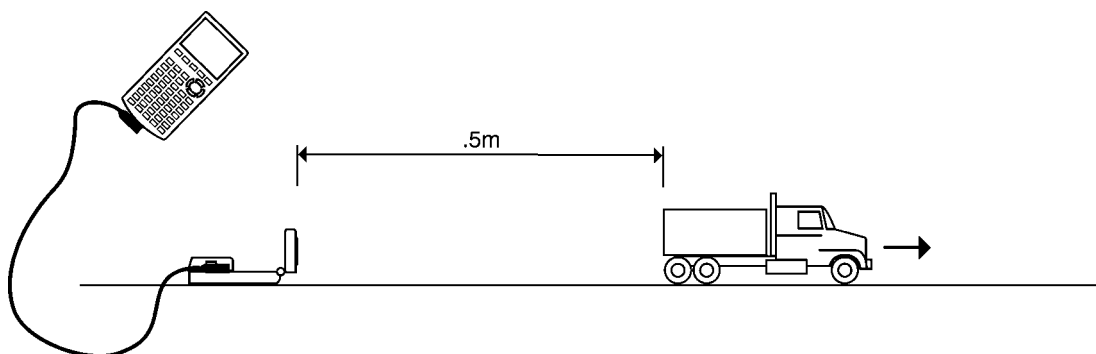
$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

gdzie  $s$  - przemieszczenie przedmiotu w przedziale czasu od  $t_1$  do  $t_2$ .

#### Gromadzenie danych

- 1 Ustaw samochodzik co najmniej o 0,5 metra (1,5 stopy) od CBR, tak, aby był odwrócony od detektora znajdując się z nim na linii prostej.

**Rady:** Skieruj czujnik prosto na samochód i upewnij się, że nic nie ma w *strefie wykrywania* (patrz stronicę 151).



- 2 Przed rozpoczęciem gromadzenia danych, *odpowiedz na pytanie 1 arkusza sprawozdania*.
- 3 Uruchom program RANGER (na stronie 149 podano kolejność naciskania klawiszy dla każdego kalkulatora).
- 4 Z menu głównego MAIN MENU wybierz SETUP/SAMPLE. Dla tego doświadczenia należy wprowadzić następujące ustawienia:

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

Instrukcje dotyczące zmiany ustawień podano na stronie 182.

- 5 Wybierz “rozpocząć natychmiast” START NOW.
- 6 Naciśnij [ENTER], kiedy będziesz gotów zacząć. Uruchom samochodzik i szybko opuść *strefę wykrywania*. W trakcie gromadzenia danych słychać trzaski, a na ekranie kalkulatora ukazuje się komunikat TRANSFERRING... (przesyłanie).
- 7 Po zakończeniu gromadzenia danych kalkulator automatycznie tworzy wykres odległość-czas na podstawie uzyskanych punktów danych.
- 8 Porównaj otrzymany wykres ze swoją prognozą zawartą w *odpowiedzi na pytanie 1* i zwróć uwagę na podobieństwa i różnice.

### Badania

- 1 Wartości dla  $x$  (czas) w odstępach półsekundowych znajdują się w pierwszej kolumnie tabeli pytania 2. *Prześledź wykres i wprowadź odpowiednie wartości  $y$  (odległości) do drugiej kolumny.* **Uwaga:** Bierz pod uwagę tylko wyniki z liniowej części wykresu. Na początku gromadzenia danych możesz stanąć wobec potrzeby zlekceważenia niezgodnych danych. Może zaistnieć również potrzeba przybliżenia wartości odległości (kalkulator może podać Ci odległość dla 0,957 i 1,01 sekundy zamiast dokładnie dla 1 sekundy). Wybierz wartość najbliższą czy taką, którą uznasz za najbardziej odpowiednią.
- 2 *Odpowiedz na pytania 3 i 4.*
- 3 Oblicz zmianę odległości i czasu pomiędzy każdym punktem danych, aby wypełnić kolumnę trzecią i czwartą. Na przykład, aby określić  $\Delta$  zmianę odległości (w metrach) dla 1,5 sekundy, odejmij od odległości po 1,5 sekundy odległość po 1 sekundzie.
- 4 Funkcja opisująca to doświadczenie ma postać  $y = mx + b$ .  $m$  - nachylenie prostej. Jest ono obliczane poprzez:

$$\frac{\Delta \text{distance}}{\Delta \text{time}} \text{ or } \frac{\text{distance}_2 - \text{distance}_1}{\text{time}_2 - \text{time}_1} \text{ or } \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Przecięcie osi  $y$  reprezentuje  $b$ .

Oblicz  $m$  dla każdego punktu. *Wprowadź wartości do tabeli w pytaniu 2.*

- 5 *Odpowiedz na pytania 5, 6, i 7.*

### Badania zaawansowane

Obliczając nachylenie wykresu odległość-czas dla dowolnego czasu uzyskujemy przybliżoną prędkość przedmiotu w tej chwili. Obliczając nachylenie wykresu prędkość-czas uzyskujemy przybliżone przyspieszenie przedmiotu w tej chwili. Jeżeli prędkość jest stała, czemu równa się przyspieszenie?

Zaprognozuj, jak będzie wyglądać wykres przyspieszenie-czas dla otrzymanego wykresu odległość-czas.

Oblicz pole pomiędzy wykresem prędkość-czas a osią  $x$  w dowolnie wybranym przedziale czasu między  $t_1$  i  $t_2$ . Można to wykonać poprzez sumowanie pól jednego czy więcej prostokątów określanych wzorem:

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

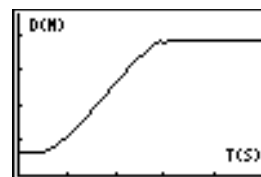
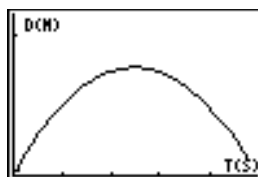
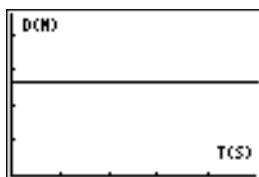
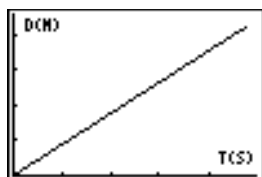
Jakie jest znaczenie fizyczne obliczonego pola?

# Doświadczenie 2—Samochodzik-zabawka

Nazwisko \_\_\_\_\_

## Gromadzenie danych

1. Który z tych wykresów, Twoim zdaniem, odpowiada wykresowi *odległość-czas* samochodzika?



Dlaczego? \_\_\_\_\_

2.

Czas	Odległość	$\Delta$ Odległość	$\Delta$ Czas	$m$
1		xxx	xxx	xxx
1,5				
2				
2,5				
3				
3,5				
4				
4,5				
5				

3. Co zauważyłeś porównując wartości w kolumnie Odległość? \_\_\_\_\_

4. Co w tych wynikach świadczy o stałej prędkości samochodzika? \_\_\_\_\_

5. Oblicz  $\Delta$ odległość /  $\Delta$ czas między czasem = 2 a czasem = 4. \_\_\_\_\_

Co możesz powiedzieć o tym wyniku? \_\_\_\_\_

Co, Twoim zdaniem, reprezentuje  $m$ ? \_\_\_\_\_

6. Jaka jest wartość  $b$  dla równania liniowego  $y = mx + b$ ? \_\_\_\_\_

Napisz równanie dla prostej w postaci  $y = mx + b$ , używając wartości  $m$  i  $b$ . \_\_\_\_\_

7. Jaką odległość pokona samochodzik w ciągu 10 sekund? \_\_\_\_\_

W ciągu 1 minuty? \_\_\_\_\_

## Pojęcia

Badana funkcja: sinusoidalna.

Przeprowadź badania prostego ruchu harmonicznego obserwując swobodnie drgające wahadło.

## Materiały

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kabel połączeniowy kalkulator-CBR
- ✓ uchwyt mocujący
- ✓ stoper
- ✓ wahadło
- ✓ przymiar metrowy
- ✓ TI ViewScreen (opcjonalnie)

Propozycje co do ciężarków:

- kule różnej wielkości (o średnicy  $\geq 4$  cm)
- puszki do napojów (puste i pełne)
- woreczki z nasionami fasoli

## Rady

Na stronach 150–156 są podane rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych.

## Pojęcia fizyczne

Określa się, że ciało odbywające okresowy ruch będący wynikiem działania siły zwrotnej proporcjonalnej do wychylenia tego ciała z położenia równowagi, odbywa prosty ruch harmoniczny (PRH). PRH może być opisany poprzez dwie wielkości.

- Okres  $T$  - to czas jednego pełnego cyklu.
- Amplituda  $A$  - to maksymalne wychylenie ciała z *położenia równowagi* (położenia, w którym ciężarek znajduje się w spoczynku).

Dla wahadła prostego okres  $T$  jest określany wzorem:

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

gdzie  $L$  - długość nici, natomiast  $g$  - wartość przyspieszenia powodowanego siłą ciężkości.  $T$  nie zależy od masy ciała ani od amplitudy jego ruchu (dla małych kątów).

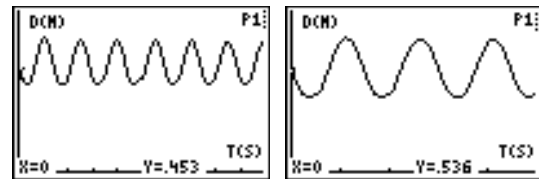
Częstotliwość  $f$  (liczba pełnych cykli na sekundę) może być określona wzorem:

$$f = \frac{1}{T}, \text{ gdzie wartość } f \text{ jest przedstawiona w}$$

hercach (Hz), natomiast wartość  $T$  - w sekundach.

Pochodne wykresu sinusoidalnego mają również charakter sinusoidalny. Zwróć uwagę zwłaszcza na zależność fazową między położeniem ciężarka a prędkością.

## Typowe wykresy



## Typowe odpowiedzi

1. różne odległości (w metrach)
2. różne odległości (w metrach)
3. wielkość zmienna (w sekundach);  $T$  (jeden okres) = czas całkowity z 10 okresów/10; uśrednienie większej próbki minimalizuje błędy nieodłączne pomiarów
4. długość całkowita łuku, która powinna 4 krotnie przewyższać wartość określoną w odpowiedzi na pytanie 2; ponieważ łuk jest dłuższy od linii prostej
5. sinusoidalny, powtarzający się, okresowy; odległość od osi x-axis do położenia równowagi
6. każdy cykl rozszerza się w kierunku poziomym; wykres o rozpiętości 10 sekund musi zmieścić więcej cykli na tej samej przestrzeni ekranowej, dlatego wydaje się, że cykle są bliżej siebie
7. (ogólna liczba cykli)/(5 sekund) = cykli/sekundę; łatwiej jest oglądać pełne cykle, i mniej jest błędów w pomiarach
8.  $f = 1/T$ , gdzie  $T$  - czas 1 okresu
9. okres się zmniejsza; okres się zwiększa  
(Długość nici wahadła bezpośrednio zależy od czasu okresu. Uczniowie mogą zbadać tę zależność używając edytora list kalkulatora, w którym mogą obliczyć okres dla różnych wartości  $L$ .)
10.  $A$  (amplituda) =  $L$  odległość całkowita, którą wahadło pokonuje w ciągu 1 okresu
11. oba sinusoidalne; różnice dotyczą amplitudy oraz fazy
12. w położeniu równowagi
13. kiedy położenie = wartość maksymalna lub minimalna (kiedy ciężarek jest najdalej od położenia równowagi).
14. Nie wpływa.  $T$  zależy tylko od  $L$  i  $g$ , nie zależy od masy.

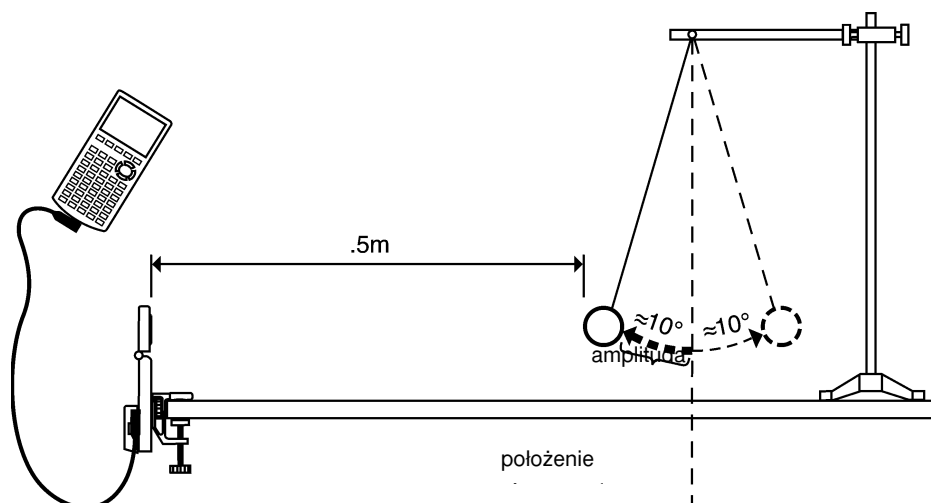
## Badania zaawansowane

Gromadzenie danych: wykres zależności  $L^2$  od  $L^3$  tworzy elipsę.

## Gromadzenie danych

- 1 Ustaw wahadło tak, aby drgało na linii prostej z CBR.

**Rady:** Umieść CBR co najmniej o 0,5 metra (1,5 stopy) od najbliższego punktu, którego sięgnie ciężarek. Upewnij się, że w *strefie wykrywania* nie ma nic (patrz stronę 151).



- 2 Za pomocą przymiaru zmierz odległość od CBR do wahadła w położeniu równowagi. *Odpowiedz na pytanie 1 arkusza sprawozdania.*  
Zmierz, na jaką odległość od położenia równowagi przesunąłeś ciężarek. *Odpowiedz na pytanie 2.*
- 3 Cykl wahadła (*okres*) składa się z jednego pełnego wachnięcia tam i z powrotem. Korzystając ze stopera zmierz czas dziesięciu pełnych okresów. *Odpowiedz na pytania 3 i 4.*
- 4 Uruchom program RANGER (na stronie 149 podano porządek naciskania klawiszy dla każdego kalkulatora). Zalecamy, aby jedna osoba wprowadzała w ruch wahadło, a druga operowała kalkulatorem i CBR. Z MAIN MENU wybierz SETUP/SAMPLE.
- 5 Naciśnij **[ENTER]**, aby waświetlić ustawienia. Dla tego doświadczenia powinny one być następujące:
 

REALTIME:	NO
TIME (S):	10 SECONDS
DISPLAY:	DISTANCE
BEGIN ON:	[ENTER]
SMOOTHING:	LIGHT
UNITS:	METERS
- 6 Instrukcje dotyczące zmiany ustawień są podane na stronie 182. Gdy ustawienia będą właściwe, wybierz START NOW.
- 7 Naciśnij **[ENTER]**, kiedy będziesz gotów zacząć. Podczas gromadzenia danych słychać trzaski, a na ekranie kalkulatora ukazuje się komunikat TRANSFERRING... (przesyłanie danych).
- 8 Po zakończeniu gromadzenia danych kalkulator automatycznie tworzy wykres odległość-czas na podstawie uzyskanych punktów danych. *Odpowiedz na pytanie 5.*

**Badania****Gromadzenie danych 2**

Z menu głównego MAIN MENU wybierz SETUP/SAMPLE. Na ekranie SETUP zmień czas z 10 na 5 sekund. Powtórz gromadzenie danych. Obejrzyj wykres. *Odpowiedz na pytania 6 i 7.*

Wielkość, którą określiłeś (cykle na sekundę) jest nazywana *częstotliwością*. Choć obliczyłeś częstotliwość za pomocą wykresu odpowiadając na pytanie 7, możesz określić ją matematycznie według wzoru:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{gdzie } T - \text{okres w sekundach, oraz } f - \text{częstotliwość w hercach (Hz).}$$

*Odpowiedz na pytanie 8.*

**Gromadzenie danych 3 i 4**

Powtórz 5-sekundowe gromadzenie danych jeszcze dwa razy. Najpierw skróć nić. Następnie wydłuż nić. Po obejrzeniu tych wykresów *odpowiedz na pytanie 9.*

Kolejnym ważnym pomiarem odległościowym w badaniach ruchu wahadła jest *amplituda*. *Odpowiedz na pytanie 2 - to jest właśnie amplituda drgań wahadła. Odpowiedz na pytanie 10.*

**Badania zaawansowane****Gromadzenie danych 5**

Z menu wykresu PLOT MENU wybierz prędkość-czas VELOCITY-TIME. *Odpowiedz na pytania 11, 12 i 13.*

**Gromadzenie danych 6**

Powtórz gromadzenie danych stosując wyraźnie lżejszy lub cięższy ciężarek, a następnie *odpowiedz na pytanie 14.*

Przeprowadź modelowanie zachowania wahadła w relacji odległość-czas, stosując wzór funkcji sinusoidalnej,  $S = A \sin(\omega t + \delta)$ , gdzie  $S$  - położenie chwilowe,  $A$  - amplituda,  $\omega$  - częstość kołowa,  $\delta$  - kąt przesunięcia fazowego, oraz  $t$  - czas. Zależność częstości,  $\omega$ , od okresu,  $T$ , opisuje wzór  $\omega = 2\pi/T$ .

Wprowadź to równanie do Y= edytora stosując obliczone wartości  $A$  oraz  $\omega$ . Jednocześnie wykreśl tę funkcję oraz wykres statystyczny zależności L1 (czasu) i L2 (odległości). Skoryguj wartości  $A$ ,  $\omega$ , oraz  $\delta$ , zanim nie uzyskasz zadowalającej zgodności. Na kalkulatorach TI-83 i TI-86 do określenia wartości użyj regresji sinusoidalnej.

Przeprowadź badania zależności położenia od prędkości kreśląc wykres zależności L2 (odległości) od L3 (prędkości). Jak, Twoim zdaniem, będzie wyglądał wykres wynikowy? Porównaj otrzymany wynik ze swoją prognozą.

## Doświadczenie 3—Wahadło

Nazwisko \_\_\_\_\_

### Gromadzenie danych

1. Jaka jest odległość od CBR do położenia równowagi? \_\_\_\_\_
2. Na jaką odległość od położenia równowagi wychylišz wahadło? \_\_\_\_\_
3. Jaki był czas dziesięciu okresów? \_\_\_\_\_  
Oblicz, ile (w sekundach) trwał jeden pełny okres. \_\_\_\_\_  
Dlaczego lepsze jest mierzenie dziesięciu pełnych okresów, niż jednego? \_\_\_\_\_
4. Wykorzystując odpowiedź na pytanie 2, wykonaj aproksymowanie odległości całkowitej pokonanej w ciągu jednego cyklu. \_\_\_\_\_  
Dlaczego ta odległość jest mniejsza, niż odległość rzeczywista pokonana w jednym cyklu? \_\_\_\_\_
5. Jaki jest, Twoim zdaniem, wykres, jeśli chodzi o jego kształt? \_\_\_\_\_  
Jak jest na wykresie reprezentowana wartość z odpowiedzi na pytanie 1? \_\_\_\_\_

### Badania

6. Jak zmienia się kształt wykresu? Dlaczego? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Używając danych z Twojego wykresu oblicz liczbę pełnych cykli na sekundę. \_\_\_\_\_  
Dlaczego łatwiej jest określić to na podstawie drugiego wykresu (pomiar 5-sekundowy), a nie pierwszego (pomiar 10-sekundowy)? \_\_\_\_\_
8. Korzystając z równania oblicz częstotliwość dla jednego okresu. \_\_\_\_\_
9. Jak skrócenie nici wpływa na okres wahadła? \_\_\_\_\_  
Jak wydłużenie nici wpływa na okres wahadła? \_\_\_\_\_
10. Jaka jest zależność między amplitudą drgań wahadła a odległością całkowitą, którą wahadło pokonuje w ciągu jednego okresu? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Badania zaawansowane

11. Porównaj wykres odległość-czas z wykresem prędkość-czas. Podaj podobieństwa i różnice.  
\_\_\_\_\_
12. W jakim położeniu prędkość ciężarka jest maksymalna? \_\_\_\_\_
13. W jakim położeniu prędkość ciężarka jest minimalna? \_\_\_\_\_
14. Jak zmiana masy ciężarka wpływa na wykres? Dlaczego? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Pojęcia

Badana funkcja: kwadratowa.

Przykładami funkcji kwadratowych są takie realne zjawiska i pojęcia jak przedmioty swobodnie spadające i odbijające się, siła ciężkości oraz przyspieszenie stałe. Doświadczenie służy do wyjaśnienia wartości wysokości, czasu oraz współczynnika  $A$  w równaniu drugiego stopnia,  $Y = A(X - H)^2 + K$ , opisującym zachowanie skaczącej piłki.

### Materiały

- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kabel połączeniowy kalkulator CBR
- ✓ duża (9-calowa) piłka do gry
- ✓ TI ViewScreen (opcjonalnie)

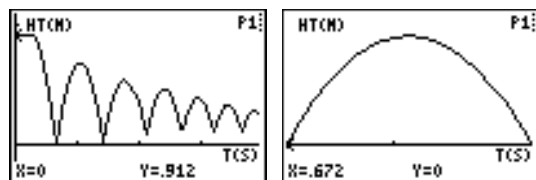
### Rady

Najlepiej, gdy to doświadczenie wykonuje dwóch uczniów: jeden trzyma piłkę, drugi kontroluje klawisz **TRIGGER**.

Na stronkach 150-162 podano rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych.

Wykres powinien być zgodny z ruchem skaczącej piłki. Jeżeli tak nie jest, należy powtórzyć pomiar pilnując by CBR był skierowany prosto na piłkę. Zaleca się używanie dużej piłki.

### Typowe wykresy



### Badania

Na puszczone swobodnie przedmioty oddziałuje tylko siła ciężkości (bez uwzględnienia oporu powietrza). Zatem  $A$  zależy od przyspieszenia powodowanego siłą ciężkości,  $-9,8$  metrów na sekundę<sup>2</sup> ( $-32$  stopy na sekundę<sup>2</sup>). Znak minus wskazuje, że przyspieszenie jest skierowane w dół.

Wartość  $A$  stanowi w przybliżeniu połowę wartości przyspieszenia powodowanego siłą ciężkości, czyli  $-4,9$  metrów na sekundę<sup>2</sup> ( $-16$  stóp na sekundę<sup>2</sup>).

### Typowe odpowiedzi

1. czas (od początku pomiaru); sekundy; odległość piłki od podłogi; metry lub stopy.
2. wysokość początkowa piłki nad podłogą (maksyma odpowiadają wysokości maksymalnej każdego odskoku); poziom podłogi reprezentuje  $y = 0$ .

3. Wykres zależności odległości od czasu dla tego doświadczenia nie odwzorowuje odległości od CBR do piłki. Ustawienie BALL BOUNCE odwraca dane dotyczące odległości, dzięki czemu wykres lepiej odpowiada wyobrażeniom uczniów o zachowaniu się piłki.  $Y = 0$  na wykresie właściwie stanowi punkt, w którym piłka znajduje się najdalej od CBR gdy piłka uderza o podłogę.
4. Uczniowie powinni zdawać sobie sprawę, że oś  $x$  reprezentuje czas, a nie odległość poziomą.
7. Wykres dla  $A = 1$  jest jednocześnie odwrócony i szerszy w porównaniu do mojego wykresu.
8.  $A < -1$
9. parabola wygięta w górę; w dół; liniowa.
10. wartość taka sama; z matematycznego punktu widzenia współczynnik  $A$  reprezentuje stopień wygięcia paraboli; z punktu widzenia fizyki  $A$  zależy od przyspieszenia powodowanego grawitacją, które pozostaje stałe w czasie wszystkich odbić piłki.

### Badania zaawansowane

Wysokość skoku piłki (maksymalna wysokość dla każdego odskoku) jest aproksymowana poprzez:

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

- $y$  - wysokość skoku
- $h$  - wysokość, z której piłka spada
- $p$  - stała, która zależy od właściwości fizycznych piłki i posadzki
- $x$  - liczba odbić

Dla konkretnej piłki i wysokości początkowej spadania wysokość odbicia zmniejsza się eksponencjalnie po każdym kolejnym odskoku. Gdy  $x = 0$ ,  $y = h$ , czyli odcinek  $y$  reprezentuje wysokość początkową spadania.

Ambitniejsi uczniowie mogą określić współczynniki dla tego równania wykorzystując uzyskane dane. Powtórzcie doświadczenie przy różnych wysokościach spadania piłki lub z różnymi piłkami czy posadzkami.

Po ręcznym dopasowaniu krzywej uczniowie mogą posłużyć się analizą regresji, aby znaleźć funkcję, która najlepiej modeluje dane. Wybierz pojedynczy odskok korzystając z ustawienia PLOT TOOLS, SELECT DOMAIN. Następnie wyjdź (QUIT) z menu głównego (MAIN MENU). Według instrukcji użycia kalkulatora wykonaj regresję wielomianową drugiego stopnia dla list L1 i L2.

### Dalsze badania

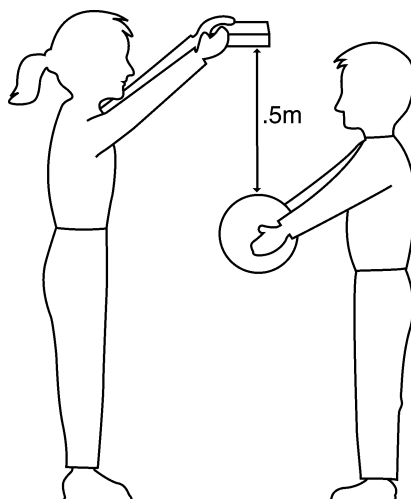
Wykonaj całkowanie wykresu zależności prędkości od czasu otrzymując przemieszczenie (odległość wynikową) dla dowolnego wybranego odstępu czasu. Zwróć uwagę, że przemieszczenie wynosi zero dla każdego pełnego odskoku (piłka startuje na podłodze i ląduje na niej).

## Doświadczenie 4—Skacząca piłka funkcja kwadratowa

### Gromadzenie danych

- 1 Zacznij od odbicia próbnego. Puść piłkę (nie rzucaj jej).

**Rady:** Umieść CBR co najmniej o 0,5 metra (1,5 stopy) powyżej wysokości najwyższego skoku piłki. Trzymaj czujnik prosto nad piłką i upewnij się, że nie ma w *strefie wykrywania* (patrz str. 7).



- 2 Uruchom program RANGER (na stronie 149 podano porządek naciskania klawiszy dla każdego kalkulatora).
- 3 Z menu głównego MAIN MENU wybierz aplikacje APPLICATIONS. Wybierz metry METERS lub stopy FEET.
- 4 Z menu APPLICATIONS wybierz odbicie piłki BALL BOUNCE. Na ekranie zostają wyświetlone ogólne instrukcje. BALL BOUNCE automatycznie wprowadza ustawienia.
- 5 Trzymaj piłkę w wyciągniętych rękach. Naciśnij **ENTER**. Program RANGER jest teraz w trybie Trigger (“wyzwalanie”). W tym punkcie możesz odłączyć CBR od kalkulatora.
- 6 Naciśnij **TRIGGER**. Gdy zielone światło zacznie migać, puść piłkę i cofnij się o krok. (Jeżeli piłka skoczy w bok, przesunij CBR, aby znajdował się nad piłką, ale uważaj, by nie zmieniać wysokości CBR.)

W trakcie gromadzenia danych słychać trzaski. Gromadzone są dane dotyczące czasu i odległości, przeliczane na prędkość i przyspieszenie. Jeżeli odłączyłeś CBR, ponownie podłącz go po zakończeniu gromadzenia danych.

- 7 Naciśnij **ENTER**. (Jeżeli wykres nie wygląda zadowalająco, powtórz doświadczenie.) Dokonaj analizy wykresu. *Odpowiedz na pytania 1 i 2 dotyczące doświadczenia*).
- 8 Zwróć uwagę na to, że BALL BOUNCE automatycznie wykonał odwrócenie danych dotyczących odległości. *Odpowiedz na pytania 3 i 4*.

### Badania

Wykres zależności odległości od czasu podczas odskoku ma kształt paraboliczny.

- 1 Naciśnij **[ENTER]**. Z menu wykresu PLOT MENU wybierz narzędzia wykresu PLOT TOOLS i następnie ustawienie “wybór obszaru” SELECT DOMAIN. Przypuśćmy, że chcemy wybrać pierwszy pełny odskok. Przesuń kursor na sam początek odskoku i naciśnij **[ENTER]**. Przesuń kursor na sam koniec odskoku i naciśnij **[ENTER]**. Wykres jest tworzony od nowa, odwzorowuje on pojedynczy odskok.
- 2 Wykres znajduje się w trybie TRACE (“śledzenie przebiegu”). Określ górny punkt odskoku. *Odpowiedz na pytanie 5 dotyczące doświadczenia.*
- 3 Naciśnij **[ENTER]**, aby wrócić do PLOT MENU. Wybierz MAIN MENU. Wybierz QUIT.
- 4 Do wykonania analizy nadaje się postać kanoniczna równania drugiego stopnia,  $Y = A(X - H)^2 + K$ . Naciśnij **[Y=]**. W edytorze Y= wyłącz wszelkie wybrane funkcje. Wprowadź postać kanoniczną równania drugiego stopnia:  $Y=A*(X-H)^2+K$ .
- 5 Na ekranie początkowym (Home screen) wprowadź do pamięci wartość, którą zapisałeś w zmiennej K odpowiadając na pytanie 5 dla wysokości; wprowadź do pamięci odpowiedni czas w zmiennej H; wprowadź 1 w zmiennej A.
- 6 Naciśnij **[GRAPH]**, aby wyświetlić wykres. *Odpowiedz na pytania 6 i 7.*
- 7 Użyj wartości  $A = 2, 0, -1$ . *Wypełnij pierwszą część tabeli w pytaniu 8 i odpowiedz na pytanie 9.*
- 8 Dobieraj swoje własne wartości A dopóki nie otrzymasz należytej zgodności z wykresem. *Zapisz swoje wartości A w tabeli pytania 8.*
- 9 Powtórz doświadczenie, ale tym razem wybierz ostatni (najdalszy w prawo) pełny odskok. *Odpowiedz na pytania 10, 11 i 12.*

### Badania zaawansowane

- 1 Powtórz gromadzenie danych, ale nie wybieraj pojedynczej paraboli.
- 2 Zapisz czas i wysokość dla każdego kolejnego odskoku.
- 3 Określ stosunek pomiędzy wysokościami dla każdego kolejnego odskoku.
- 4 Wytłumacz, co znaczy ten stosunek.

# Doświadczenie 4—Skacząca piłka

Name \_\_\_\_\_

## Gromadzenie danych

1. Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi  $x$ ? \_\_\_\_\_  
W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_  
Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi  $y$ ? \_\_\_\_\_  
W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_
2. Co odwzorowuje punkt najwyższy wykresu? \_\_\_\_\_  
Punkt najniższy? \_\_\_\_\_
3. Dlaczego program BALL BOUNCE odwraca wykres? \_\_\_\_\_
4. Dlaczego wykres jest podobny do ruchu piłki skaczącej po podłodze? \_\_\_\_\_

## Badania

5. Zapisz wysokość maksymalną i odpowiedni czas pierwszego pełnego odskoku. \_\_\_\_\_
6. Czy wykres dla  $A = 1$  jest zgodny z Twoim wykresem? \_\_\_\_\_
7. Dlaczego tak lub dlaczego nie? \_\_\_\_\_
8. Wypełnij poniższą tabelę.

A	Jak się przedstawia porównanie wykresu danych z wykresem $Y_n$ ?
1	
2	
0	
-1	

9. Co oznacza dodatnia wartość  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Co oznacza ujemna wartość  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Co oznacza wartość  $A$  równa zero? \_\_\_\_\_
10. Zapisz wysokość maksymalną i odpowiedni czas ostatniego pełnego odskoku. \_\_\_\_\_
11. Jak myślisz - czy wartość  $A$  dla ostatniego odskoku będzie większa czy mniejsza? \_\_\_\_\_
12. Jak się przedstawiało porównanie wartości  $A$ ? \_\_\_\_\_  
Co Twoim zdaniem może reprezentować  $A$ ? \_\_\_\_\_

# Doświadczenie 5—Tocząca się piłka

## wskazówki dla nauczycieli

### Pojęcia

Badana funkcja: kwadratowa.

Podczas kreślenia wykresu ruchu piłki toczącej się w dół po pochylni o różnych kątach nachylenia powstaje rodzina krzywych, które można modelować za pomocą szeregu równań drugiego stopnia. W tym doświadczeniu chodzi o badanie wartości współczynników w równaniu drugiego stopnia,  $y = ax^2 + bx + c$ .

### Materiały

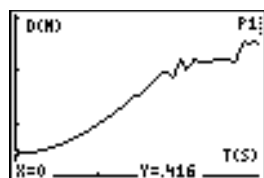
- ✓ kalkulator
- ✓ CBR
- ✓ kabel połączeniowy kalkulator-CBR
- ✓ uchwyt mocujący
- ✓ duża (9-calowa) piłka do gry
- ✓ długa pochylnia (co najmniej 2 metry czy 6 stóp — np. lekka deska)
- ✓ kątomierz
- ✓ książki do podkładania pod pochylnię
- ✓ TI ViewScreen (opcjonalnie)

### Rady

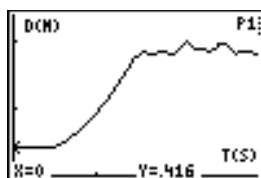
Wytłumacz, jak się mierzy kąt nachylenia pochylni. Niech uczniowie sami wybiorą sposób pomiaru. Mogą oni posłużyć się obliczeniem trygonometrycznym, złożoną kartką papieru albo kątomierzem.

Na stronach 150–156 podano rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych.

### Typowe wykresy



15°



30°

### Typowe odpowiedzi

1. trzeci wykres
2. czas; sekundy; odległość przedmiotu od CBR; stopy lub metry
3. różne rysunki (powinno być: pół paraboli wygiętej w górę)

4. parabola (kwadratowa)
5. różne odpowiedzi
6. różne rysunki (powinno być: paraboliczny ze zwiększającą się krzywizną)
7. 0° - brak nachylenia (piłka nie może toczyć się); 90° - to samo co piłka swobodnie spadająca (puszczona)

### Badania

Ruch ciała odbywający się tylko pod wpływem siły ciężkości - to popularny temat w badaniach zjawisk fizyki. Taki ruch zazwyczaj jest określany przez równanie drugiego stopnia,

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_1t + s_1 \text{ gdzie}$$

- $s$  - położenie obiektu w czasie  $t$
- $a$  - przyspieszenie
- $v_1$  - jego prędkość początkowa
- $s_1$  - jego położenie początkowe

W równaniu drugiego stopnia  $y = ax^2 + bx + c$ ,  $y$  reprezentuje odległość od CBR do piłki w czasie  $x$ ,  $c$  - położenie początkowe piłki,  $b$  - prędkość początkowa,  $2a$  - przyspieszenie.

### Badania zaawansowane:

Ponieważ piłka jest w spoczynku w chwili jej puszczenia, wartość  $b$  powinna przy każdej próbie zbliżać się do zera. Wartość  $c$  powinna zbliżać się do odległości początkowej, 0,5 metra (1,5 stopy).  $a$  wzrasta jednocześnie ze wzrostem kąta nachylenia.

Jeżeli uczniowie będą ręcznie modelowali równanie  $y = ax^2 + bx + c$ , może zajść konieczność podpowiedzenia im wartości  $b$  i  $c$ . Możesz również poradzić im, aby korzystając ze swoich kalkulatorów wykonali regresję wielomianową drugiego stopnia na listach L1, L2. Przyspieszenie piłki jest wywołane działaniem siły ciężkości. Dlatego im bardziej stroma jest pochylnia (im większy jest kąt nachylenia), tym większa jest wartość  $a$ . Wartość  $a$  jest maksymalna przy  $\theta = 90^\circ$ , minimalna przy  $\theta = 0^\circ$ . Właściwie,  $a$  jest proporcjonalne do sinus  $\theta$ .

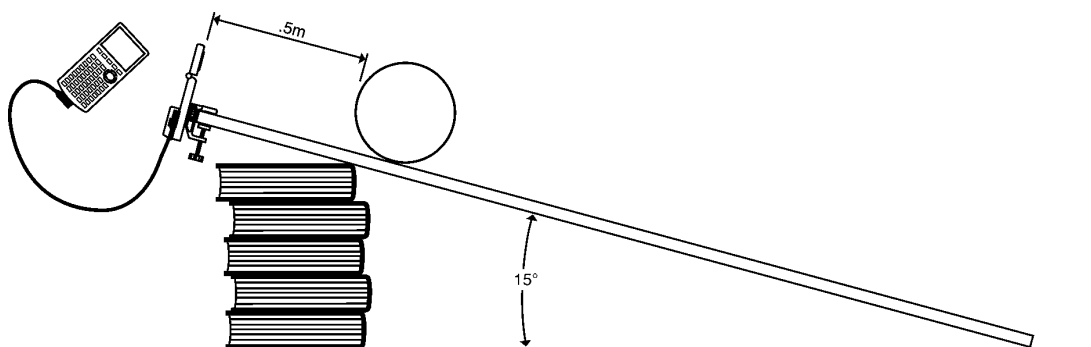
## Doświadczenie 5—Tocząca się piłka funkcja kwadratowa

### Gromadzenie danych

- 1 **Odpowiedz na pytanie 1 arkusza sprawozdania.** Ustaw pochylnię pod kątem  $15^\circ$ . Przymocuj uchwyt do górnego brzegu pochylni. Przymocuj CBR do uchwytu. Otwórz głowicę czujnika i ustaw ją prostopadłe do pochylni. Podłącz kalkulator do CBR.

Zaznacz na pochylni punkt oddalony o 0,5 metra (1,5 stopy) od CBR. Niech jeden uczeń trzyma piłkę w tym punkcie, a drugi trzyma kalkulator.

**Rady:** Skieruj czujnik prosto na piłkę i upewnij się, że w *strefie wykrywania* nie ma nic (patrz stronę 151).



- 2 Uruchom program RANGER (na stronie 149 podano kolejność naciskania klawiszy dla każdego kalkulatora). Z menu głównego MAIN MENU wybierz SETUP/SAMPLE.
- 3 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić ustawienia. Dla tego doświadczenia powinny być następujące:

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

Wskazówki dotyczące zmiany ustawień podano na stronie 182.

- 4 Kiedy ustawienia będą właściwe, wybierz START NOW (rozpocząć natychmiast). Naciśnij **[ENTER]**, aby rozpocząć pomiary.
- 5 Gdy rozlegną się trzaski, od razu puść piłkę (nie popychaj) i cofnij się o krok.
- 6 Kiedy pomiary zostaną ukończone, na ekranie automatycznie ukaże się wykres odległość-czas. *Odpowiedz na pytania 2 i 3.*
- 7 Naciśnij **[ENTER]**, aby wyświetlić menu wykresu PLOT MENU. Wybierz narzędzia wykresu PLOT TOOLS, a następnie wybierz SELECT DOMAIN (wybrać obszar). Przesuń kursor w to miejsce, gdzie piłka została puszczona, i naciśnij **[ENTER]**. Przesuń kursor w miejsce, do którego dotarła piłka na końcu pochylni, i naciśnij **[ENTER]**. Wykres jest tworzony od nowa, głównie ten fragment, który odpowiada ruchowi piłki toczącej się w dół po pochylni. *Odpowiedz na pytania 4 i 5.*

### Badania

Zbadaj, co się dzieje w wypadku zmiany kąta nachylenia pochylni.

- 1 Zaprognozuj, co się stanie, jeżeli zwiększymy kąt nachylenia. *Odpowiedz na pytanie 6.*
- 2 Ustaw pochylnię pod kątem  $30^\circ$ . Powtórz czynności 2 - 6. *Dołącz ten wykres do rysunku w pytaniu 6, opatrz go oznaczeniem  $30^\circ$ .*
- 3 Powtórz czynności 2 - 6 dla kątów nachylenia  $45^\circ$  i  $60^\circ$  i dołącz wykresy do rysunku.
- 4 *Odpowiedz na pytanie 7.*

### Badania zaawansowane

Skoryguj wartości czasu tak, aby  $x = 0$  dla wysokości początkowej (czas, kiedy piłka została puszczone swobodnie). Możesz wykonać to ręcznie odejmując wartość  $x$  dla pierwszego punktu od wartości wszystkich punktów na Twoim wykresie, albo możesz wprowadzić  $L1(1) \rightarrow A:L1-A \rightarrow L1$ .

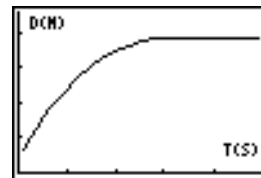
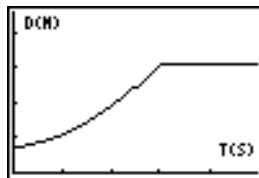
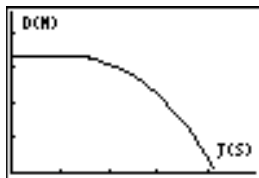
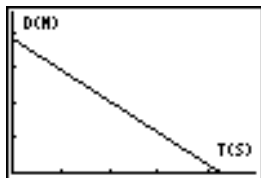
- 1 Oblicz wartości  $a$ ,  $b$ , i  $c$  dla rodziny krzywych według wzoru  $y = ax^2 + bx + c$  dla kątów nachylenia  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ .
- 2 Jakie są wartości minimalne i maksymalne  $a$ ? Dlaczego?
- 3 Napisz wyrażenie opisujące zależność matematyczną między  $a$  a kątem nachylenia.

# Doświadczenie 5—Tocząca się piłka

Nazwisko \_\_\_\_\_

## Gromadzenie danych

1. Który z tych wykresów, Twoim zdaniem, najlepiej pasuje do wykresu *odległość-czas* odwzorowującego ruch piłki toczącej się w dół po pochylni?



2. Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi x? \_\_\_\_\_

W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_

Jaka wielkość fizyczna jest odwzorowana wzdłuż osi y? \_\_\_\_\_

W jakich jednostkach? \_\_\_\_\_

3. Narysuj rzeczywisty kształt wykresu. Oznacz osi. Oznacz na wykresie punkty, gdzie piłka została puszczona swobodnie i gdzie dotarła do końca pochylni.

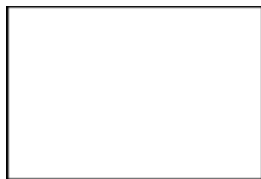


4. Jaki typ funkcji reprezentuje ten wykres? \_\_\_\_\_

5. Wyłumacz zmianę w Twoim zrozumieniu problemu, która zaszła między wyborem wykresu w odpowiedzi na pytanie 1 a rysowaniem krzywej w odpowiedzi na pytanie 3. \_\_\_\_\_

## Badania

6. Narysuj, jaki kształt, Twoim zdaniem, będzie miała krzywa przy większym nachyleniu. (Opatrz rysunek napisem: *prognoza*.)



7. Narysuj i oznacz wykresy dla kątów nachylenia  $0^\circ$  i  $90^\circ$ :



### Jak wpłynie na Twoje lekcje korzystanie z CBR?

CBR jest łatwym w użyciu systemem, a jego funkcje umożliwiają łatwe i szybkie włączenie tego przyrządu do planów Twoich lekcji.

CBR pozwala znacznie udoskonalić inne metody gromadzenia danych, które stosowałeś w przeszłości. To, z kolei, umożliwia restrukturyzację wykorzystania czasu lekcyjnego, ponieważ uczniowie z większym zainteresowaniem analizują dane dotyczące realnych zjawisk.

- Zobacysz, że uczniowie bardziej angażują się w opracowanie danych, które sami czynnie zgromadzili, a nie zapożyczyli z podręczników, periodyków czy materiałów statystycznych. Podoba im się, że badane w klasie pojęcia nie są abstrakcyjne, lecz powiązane z realnymi zjawiskami. Ale to również sprawia, że każdy z uczniów zechce wziąć osobisty udział w gromadzeniu danych.
- Gromadzenie danych za pomocą CBR jest znacznie bardziej efektywne, niż wymyślanie scenariusza i ręczne wykonywanie pomiarów za pomocą linijki i stopera. Ponieważ większa liczba punktów pomiarowych zwiększa rozdzielczość, a akustyczny detektor ruchu jest przyrządem bardzo dokładnym, kształt krzywych jest bardziej czytelny. Będziesz potrzebował mniej czasu na gromadzenie danych i będziesz miał więcej czasu na analizę i badania.
- Korzystanie z CBR umożliwia badanie przez studentów powtarzalności obserwacji oraz odmian scenariuszy typu “co by było, gdyby”. Pytania w rodzaju: “Czy parabola się zmieni, jeżeli puścimy swobodnie piłkę z większej wysokości?” albo “Czy parabola pierwszego odskoku jest taka sama jak parabola ostatniego odskoku?” stają się naturalnym i pożytecznym poszerzeniem tematu.
- Wizualizacja ułatwia studentom szybsze kojarzenie danych zobrazowanych na wykresie z wielkościami fizycznymi oraz funkcjami matematycznymi, opisywanymi przez te dane.

Po zgromadzeniu danych z realnych zjawisk występują także inne różnice w porównaniu do lekcji tradycyjnych. CBR umożliwia Twoim uczniom badanie numeryczne oraz graficzne podstawowych zależności.

#### Graficzne badanie danych

Użyj automatycznie generowanych wykresów zależności odległości, prędkości i przyspieszenia od czasu celem wyjaśnienia następujących zagadnień:

- Jakie jest znaczenie fizyczne punktu przecięcia osi y? punktu przecięcia osi x? nachylenia krzywej? maksimum? minimum? pochodnych? całek?
- Jak rozpoznajemy funkcję (liniową, paraboliczną itd.) reprezentowaną przez wykres?
- Jak możemy modelować dane za pomocą funkcji odwzorowującej? Jakie znaczenie mają rozmaite współczynniki funkcji (na przykład:  $AX^2 + BX + C$ )?

#### Numeryczne badanie danych

Twoi uczniowie mogą użyć odpowiednich do ich poziomu wiedzy metod statystycznych (średnia, mediana, moda, odchylenie standardowe itd.), aby przeprowadzić badania danych numerycznych. Kiedy wychodzisz z programu RANGER, ukazujący się komunikat przypomina Ci o listach, w których są przechowywane dane REALTIME=NO dotyczące czasu, odległości, prędkości oraz przyspieszenia.

### Wykresy CBR —łączą zjawiska fizyczne i matematykę

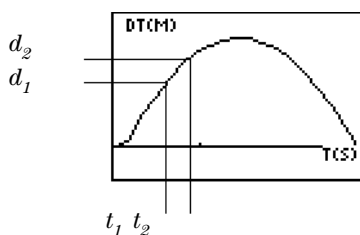
Wykresy utworzone z danych zgromadzonych przez RANGER stanowią wizualną reprezentację zależności między fizycznymi i matematycznymi opisami ruchu. Należy zachęcić uczniów do rozpoznawania, analizowania i omawiania kształtu wykresu zarówno w kategoriach fizycznych jak matematycznych. Nowe tematy do omówienia i nowe odkrycia możliwe są, kiedy funkcje zostają wprowadzone do edytora Y= editor i wyświetlone wraz z wykresami danych.

- *Wykres odległość-czas* reprezentuje przybliżone położenie obiektu (odległość od CBR) w każdej chwili podczas gromadzenia próbek. Jednostką osi y są metry lub stopy; jednostką osi x są sekundy.
- *Wykres prędkość-czas* reprezentuje przybliżoną prędkość obiektu (w stosunku do i w kierunku CBR) w każdej chwili pomiaru. Jednostką osi y są metry/sekundę lub stopy/sekundę; jednostką osi x są sekundy.
- *Wykres przyspieszenie-czas* reprezentuje przybliżoną szybkość zmiany prędkości obiektu (w stosunku do i w kierunku CBR) w każdej chwili pomiaru. Jednostką osi y są metry/sekundę<sup>2</sup> lub stopy/sekundę<sup>2</sup>; jednostką osi x są sekundy.
- *Pierwszą pochodną* (nachylenie chwilowe) w dowolnym punkcie wykresu odległość-czas jest prędkość w danej chwili.
- *Pierwszą pochodną* (nachylenie chwilowe) w dowolnym punkcie wykresu prędkość-czas jest przyspieszenie w danej chwili, które stanowi również drugą pochodną w każdym punkcie wykresu odległość-czas.
- *Całka oznaczona* (obszar między wykresem a osią x między dwoma punktami) na wykresie prędkość-czas jest równa przesunięciu (pokonana odległość netto) obiektu w ciągu danego przedziału czasu.
- Pojęć *szybkość* i *prędkość* częstokroć używa się wymiennie. Są to różne, choć pokrewne wielkości. Szybkość jest wielkością *skalarną*; ma ona wartość bezwzględną, ale nie ma określonego kierunku, na przykład: “6 stóp na sekundę”. Prędkość jest wielkością *wektorową*; ma ona określony kierunek oraz wartość bezwzględną, na przykład: “6 stóp na sekundę na północ”.

Typowy wykres CBR prędkość-czas właściwie reprezentuje szybkość, nie prędkość. Określona jest jedynie wartość bezwzględna (która może być dodatnia, ujemna czy zerowa). Kierunek jest tylko sugerowany. Dodatnia wartość prędkości wskazuje na ruch od CBR; wartość ujemna wskazuje na ruch w kierunku CBR.

CBR mierzy odległość tylko wzdłuż linii prostej będącej osią detektora. W ten sposób, jeżeli obiekt porusza się pod kątem do linii, przyrząd oblicza tylko składową prędkości równoległą do tej linii. Na przykład, prędkość obiektu poruszającego się prostopadłe do linii będącej przedłużeniem osi CBR przyrząd określi jako zerową.

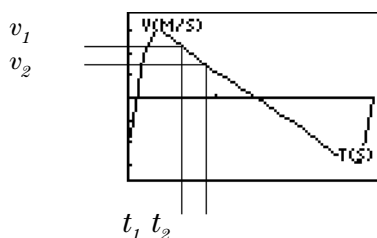
## Zależności matematyczne w wykresach odwzorowujących odległość, prędkość i przyspieszenie



Wykres odległość-czas

$$V_{\text{średnia}} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} = \text{nachylenie wykresu odległość-czas}$$

$$V_{\text{chwilowa}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta d}{\Delta t} \right) = \frac{d(s)}{dt} \text{ gdzie } s = \text{odległość}$$



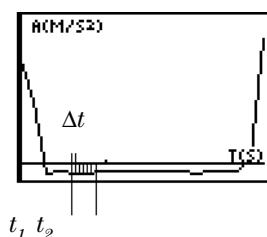
Wykres prędkość-czas

$$A_{\text{średnia}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \text{nachylenie wykresu prędkość-czas}$$

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

Obszar pod wykresem prędkość-czas tworzy  $t_1$  do  $t_2 = \Delta d = (d_2 - d_1) =$  przesunięcie od  $t_1$  do  $t_2$  (pokonana odległość netto).

$$\text{W ten sposób, } \Delta d = \left( \sum_{t=1}^{t=2} v(\Delta t) \right) \text{ albo } \Delta d = \int_{t=1}^{t=2} v(dt)$$



Wykres przyspieszenie-czas

### Zasoby witryny www

Na naszej witrynie internetowej <http://www.ti.com/calc>, znajdziesz:

- wykaz dodatkowych materiałów używanych z CBR, CBL, oraz kalkulatorami graficznymi TI
- bibliotekę programów używanych z CBR, CBL, oraz kalkulatorami graficznymi TI
- stronę zajęć praktycznych zawierającą aplikacje oracowane i oferowane w ramach wymiany doświadczeń przez nauczycieli takich jak Ty
- programy do CBR umożliwiające dostęp do dodatkowych funkcji przyrządu
- więcej szczegółowych informacji dotyczących ustawień i poleceń programowania CBR

### Zasoby dodatkowe

Opracowane przez Texas Instruments podręczniki *Explorations* ("Badania") zawierają materiały dotyczące kalkulatorów graficznych TI, w tym materiały opisujące doświadczenia przeprowadzane za pomocą CBR na lekcjach matematyki i fizyki w szkole podstawowej i ponadpodstawowej.

# Przechowywanie danych CBR w listach

## Zgromadzone dane są przechowywane w listach L1, L2, L3 i L4

Podczas gromadzenia danych CBR automatycznie przesyła je do kalkulatora i przechowuje w listach. Za każdym razem, gdy wychodzisz z programu RANGER, otrzymujesz informację o tym, gdzie są przechowywane dane.

- L1 zawiera dane dotyczące czasu.
- L2 zawiera dane dotyczące odległości.
- L3 zawiera dane dotyczące prędkości.
- L4 zawiera dane dotyczące przyspieszenia.

Na przykład, 5-ty element na liście L1 reprezentuje czas, w którym otrzymano 5-ty punkt danych, natomiast 5-ty element na liście L2 reprezentuje odległość mierzoną w 5-m punkcie danych.

W trybie REALTIME=YES, oblicza się i przesyła tylko dane żadanego wykresu (odległość, prędkość czy przyspieszenie). W trybie REALTIME=NO obliczane są i przesyłane wszystkie dane.

## Ustawienia są przechowywane na liście L5

Ekran RANGER SETUP ułatwia zmianę najczęściej używanych parametrów CBR (patrz stronicę 182).

Kiedy przesyłasz program RANGER z CBR, lista L5 zostaje automatycznie zastąpiona nową listą zawierającą ustawienia domyślne.

Na stronach 184-185 znajdziesz informacje dotyczące poleceń programowania zmieniających inne ustawienia.

## Użycie list danych

Kiedy wychodzisz z programu RANGER, listy nie są usuwane. W ten sposób, można z nich korzystać do przeprowadzania dodatkowych badań i analiz graficznych, statystycznych oraz numerycznych.

Możesz tworzyć wykresy obrazujące relacje między listami, możesz wyświetlać listy w edytorze list, stosować analizę regresji oraz przeprowadzać inne analizy. Na przykład, możesz korzystając z programu RANGER zgromadzić dane dotyczące ruchu wahadła, wyjść z programu RANGER, a następnie nakreślić wykres prędkość-przyspieszenie, aby zbadać funkcje eliptyczne. (Może również zaistnieć potrzeba dostrojenia okna wyświetleń.)

# Ustawienia programu RANGER

## Zmiana ustawień programu RANGER

Przed rozpoczęciem gromadzenia danych program RANGER wyświetla najczęściej używane ustawienia.

- 1 Z menu głównego MAIN MENU w programie RANGER wybierz SETUP/SAMPLE. Ukazują się bieżące ustawienia. ▶ wskazuje położenie kursora.

MAIN MENU \_\_\_ START NOW

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

- 2 Naciśnij  lub , aby przejść do ustawienia, które chcesz zmienić.
- 3 Naciśnij , aby przejść pomiędzy opcjami. Kiedy opcja jest prawidłowa, naciśnij , aby przejść do następnej opcji. Aby zmienić czas TIME, wprowadź 1 lub 2 cyfry, a następnie naciśnij  lub .
- 4 Kiedy wszystkie ustawienia są prawidłowe, naciśnij  lub , zanim kursor nie znajdzie się na START NOW (rozpocząć natychmiast).
  - Aby kontynuować, naciśnij .
  - Aby wrócić do menu głównego MAIN MENU, naciśnij , a następnie naciśnij .

Nowe ustawienia będą obowiązywać dopóki nie wybierzesz ustawień domyślnych SET DEFAULTS, nie uruchomisz którejkolwiek aplikacji lub innego programu zmieniającego ustawienia. Jeżeli manipulujesz listą L5 poza programem RANGER lub usuwasz L5, to ustawienia domyślne mogą zostać przywrócone, gdy następnym razem uruchomisz RANGER.

## Przywracanie ustawień domyślnych programu RANGER

Ustawienia domyślne nadają się do przeprowadzania pomiarów w najróżniejszych sytuacjach. Jeżeli nie masz pewności co do wyboru najlepszych ustawień, zacznij od ustawień domyślnych, a po tym dokonuj korekt.

- 1 Z menu głównego MAIN MENU w programie RANGER wybierz SET DEFAULTS.  
Ustawienia zmieniają się na domyślne i zostaje wyświetlony ekran SETUP.
- 2 Jeżeli chcesz zmienić ustawienia domyślne, wykonaj czynności podane powyżej.
- 3 Aby kontynuować, naciśnij , kiedy kursor znajdzie się na START NOW.

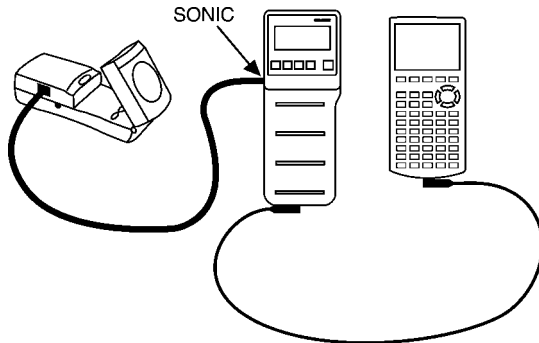
## Inne ustawienia programu RANGER

Program RANGER udostępnia najczęściej zmieniane ustawienia. CBR posiada dodatkowe ustawienia. Na stronach 184-185 podano informacje dotyczące poleceń programowania, które zmieniają te ustawienia.

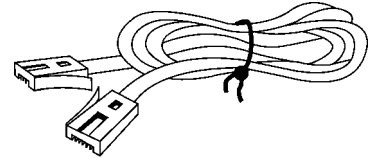
# Użycie CBR z CBL lub z programami CBL

## Użycie CBR z CBL w charakterze zwykłego detektora ruchu

CBR może być używany w charakterze zwykłego detektora ruchu z systemem CBL™ (laboratorium ze wspomaganie kalkulatora™) produkcji Texas Instruments.



Do połączenia CBR z CBL potrzebny jest specjalny kabel



Nie podłączaj CBR do CBL, jeżeli CBR jest podłączony do kalkulatora. Kalkulator powinien być podłączony do CBL.

Może zaistnieć potrzeba zmiany programu CBL jak podano poniżej. Program RANGER nie funkcjonuje z CBL.

## Użycie CBR z programami napisanymi dla CBL

Możesz używać CBR z większością programów CBL napisanych tylko dla detektora ruchu, nie wprowadzając do tych programów żadnych zmian lub wprowadzając jedynie drobne zmiany.

**Aby przerwać pomiary:** Z niektórymi programami CBL gromadzącymi dane w trybie REALTIME=YES CBR kontynuuje pomiary bez końca. Aby w odpowiednim czasie przerwać gromadzenie danych, możesz wykonać jedną z podanych czynności:

- Naciśnij klawisz **TRIGGER** na CBR.
- Dodaj do istniejącego programu CBL instrukcje dotyczące przesłania polecenia {6,0} do CBR. Instrukcję należy wprowadzić po poleceniach przesłania i wyświetlenia danych. Na przykład:  
`{6,0}→L6:SEND L6`

**Aby wyłączyć lub włączyć dźwięk:** Aby wyłączyć dźwięk, dodaj do istniejącego programu CBL instrukcje dotyczące przesłania polecenia {6,3} do CBR. Instrukcję należy wprowadzić przed rozpoczęciem gromadzenia danych. Na przykład:

```
{6,3}→L6:SEND L6
```

Aby włączyć dźwięk, po prostu uruchom program RANGER.

**W razie powstania problemu:** Jeżeli podczas uruchamiania programu CBL, CBR sprawia wrażenie, że jest nieczynny czy zablokowany, uruchom program RANGER. Sprawdź witrynę [www.TI](http://www.ti.com) (patrz stronę 180), na której możesz znaleźć zaktualizowaną wersję programu CBL.

# Polecenia programowania

<b>Polecenie 0</b>	<b>Kasuje i zeruje system</b>	<b>{0}</b>
Kasuje wszystko. Resetuje ustawienia domyślne ustawiane po włączeniu zasilania. Automatycznie zostaje wybrany kanał 11.		
<b>Polecenie 1</b>	<b>Kasuje kanały</b>	<b>{1,0}</b>
Kasuje ustawienia kanałów; nie kasuje błędów.		
<b>Polecenie 1</b>	<b>Kanał</b>	<b>{1,11,tryb,końcowe_przetwarzanie,0,konwersja_temperatury}</b>
<i>tryb</i>		<b>Wyniki</b>
0 (REALTIME=NO) włączeniu zasilania.		Kasuje wszystko. Resetuje ustawienia domyślne ustawiane po
1 (REALTIME=NO)		Metry
2 (REALTIME=NO)		Metry
3 (REALTIME=NO)		Stopy
<i>tryb</i>		<b>Wyniki</b>
0 (REALTIME=YES) włączeniu zasilania.		Kasuje wszystko. Resetuje ustawienia domyślne ustawiane po
1 (REALTIME=YES)		Metry CBR zwraca {odległość,Δczas}
2 (REALTIME=YES)		Metry CBR zwraca {odległość,Δczas}
3 (REALTIME=YES)		Stopy CBR zwraca {odległość,Δczas}
4 (REALTIME=YES)		Metry CBR zwraca {odległość,prędkość,Δczas}
5 (REALTIME=YES)		Stopy CBR zwraca {odległość,prędkość,Δczas}
6 (REALTIME=YES)		Metry CBR zwraca {odległość,prędkość,przyspieszenie,Δczas}
7 (REALTIME=YES)		Stopy CBR zwraca {odległość,prędkość,przyspieszenie,Δczas}
<i>końcowe_przetwarzanie</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Brak
1 (REALTIME=NO)		d/dt (pochodna 1-go rzędu)
2 (REALTIME=NO)		d <sup>2</sup> /dt <sup>2</sup> (pochodna 2-go rzędu)
<i>konwersja_temperatury</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Wyłącza kompensację temperatury.
1		Uaktywia kompensację temperatury.
<b>Polecenie 2</b>	<b>Ustawienie danych</b>	<b>{2,dane_typ,0,0,0,0,0,0}</b>
<i>dane_typ</i>		<b>Wyniki</b>
1 (domyślne)		Lista
<b>Polecenie 3</b>	<b>Pomiar/Wyzwalanie</b>	<b>{3,pomiar_czasu,nr.pomiaru,wyzwalanie,0,0,0,zapis_czasu,filtr}</b>
<i>pomiar_czasu</i>		<b>Wyniki</b>
0.005-1500 (0.1)		Czas w sekundach między poszczególnymi pomiarami
0.0001-0.005		Zaokrągła do 0.005.
1500<x<16000		Zaokrągła do 1500.
<i>nr.pomiaru</i>		<b>Wyniki</b>
-1		Wybiera tryb gromadzenia danych REALTIME=YES.
1-512 (REALTIME=NO)		Wykonuje od 1 do 512 pomiarów.
<i>wyzwalanie</i>		<b>Wyniki</b>
0		Rozpoczyna pomiary bez wyzwalania.
1 (domyślne)		Rozpoczyna pomiary za naciśnięciem klawisza <b>TRIGGER</b> .
7		Rozpoczyna pomiary z opóźnieniem 10 sekundowym.
<i>zapis_czasu</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Brak
1 (REALTIME=NO) czas próbkowania)		Czas bezwzględny (rozpoczyna w czasie 0, następnie dopasowuje
2 (REALTIME=NO) próbkowania)		Czas względny (rozpoczyna w czasie 0, następnie dopasowuje czas
<i>filtr (patrz polecenie 1, pole działania)</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Brak filtracji
1 (REALTIME=NO)		5-punktowe wygładzanie wg metody Savitzkyego-Golaya
2 (REALTIME=NO)		9-punktowe wygładzanie wg metody Savitzkyego-Golaya
3 (REALTIME=NO)		17-punktowe wygładzanie wg metody Savitzkyego-Golaya
4 (REALTIME=NO)		29-punktowe wygładzanie wg metody Savitzkyego-Golaya
5 (REALTIME=NO)		3-punktowy obcinający filtr mediany
6 (REALTIME=NO)		5-punktowy obcinający filtr mediany
7 (REALTIME=YES)		Słaby filtr śledzący trybu REALTIME=YES
8 (REALTIME=YES)		Średni filtr śledzący trybu REALTIME=YES
9 (REALTIME=YES)		Ciężki filtr śledzący trybu REALTIME=YES

## Polecenia programowania (c.d.)

<b>Polecenie 4</b>	<b>Kompensacja temperatury</b>	<b>{4,nr_równania,typ_równania,temperatura,jednostki}</b>
<i>nr_równania</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Kasuje wszystkie równania.
4		Wprowadza równanie 4.
<i>typ_równania</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Kasuje równanie.
13		Wprowadza kompensację temperatury.
<i>temperatura</i>		<b>Wyniki</b>
liczba zmiennoprzecinkowa		Ustawia temperaturę bieżącą.
<i>jednostki</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		Brak (ignorowane przez CBR). Ustawia temperaturę w stopniach
Celsjusza.		
1		Ustawia stopnie Fahrenheita.
2		Ustawia stopnie Celsjusza.
3		Ustawia stopnie Kelvina.
4		Ustawia stopnie Rankina, gdzie $R = F + 459.7$ .
<b>Polecenie 5 (REALTIME=NO) Ustawienie zakresu danych</b>	<b>{5,pierwszy_kanal,wybór_danych,początek_danych,koniec_danych}</b>	
<i>pierwszy_kanal</i>		<b>Wyniki</b>
0 (domyślne)		wybiera najniższy aktywny kanał.
1, 2, 3, 11, 21		Specyfikuje kanał akustyczny.
-1		Zapisuje listę czasu.
<i>wybór_danych</i>		<b>Wyniki</b>
0		Wyglądzone dane {odległość}
1		Wyglądzone dane d/dt {prędkość}
2		Wyglądzone dane d <sup>2</sup> /dt <sup>2</sup> {przyspieszenie}
3		Dane pierwotne {odległość}
4		Pierwotne dane d/dt {prędkość}
5		Pierwotne dane d <sup>2</sup> /dt <sup>2</sup> {przyspieszenie}
<i>początek_danych</i>		<b>Wyniki</b>
1-512		Pierwszy element danych dla GET
<i>koniec_danych</i>		<b>Wyniki</b>
0-512		Ostatni element danych dla GET (0 = ostatni pomiar)
<b>Polecenie 6</b>	<b>Opcje systemu</b>	<b>{6,polecenie_systemu[,tryb]}</b>
<i>polecenie_systemu</i>		<b>Wyniki</b>
0		Przerywa pomiary (dla kompatybilności z CBL).
2 (domyślne)		Przerywa pomiary.
3		Wyłącza dźwięk (dźwięk włącza się wraz z włączeniem zasilania).
4		Włącza dźwięk (dźwięk włącza się wraz z włączeniem zasilania).
5		Ustawia numer ID ( <i>operacja</i> wymagana).
6		Stosuje nowy filtr do poprzednich danych ( <i>operacja</i> wymagana).
<i>tryb</i>		<b>Wyniki</b>
liczba zmiennoprzecinkowa		Numer ID w postaci <i>n.nnnnn</i> ( <i>polecenie_systemu</i> = 5)
0-6		Nowy filtr do wcześniej zgromadzonych danych ( <i>polecenie_systemu</i> = 6)
6)		
<b>Polecenie 7</b>	<b>Wezwanie</b>	<b>{7}</b>
<b>Zwraca listę zawierającą:</b>		
10.rrrr		Kod urządzenia. Wersja Rom
0-99		Kod ostatniego błędu (0 = brak błędu)
0-2		Stan baterii (0 = OK; 1 = rozładowane podczas pomiarów; 2 = stale rozładowane)
11		Identyfikator kanału akustycznego (sonic)
czas_próbki		Bieżący odstęp czasu pomiędzy pomiarami w sekundach
stan_wyzwalania		Aktualnie używana opcja wyzwalania
funkcja		Bieżąca funkcja kanału (1-9)
końcowe_przetwarzanie		Bieżąca funkcja przetwarzania końcowego (0-2)
filtr		Bieżący poziom filtracji (0-9)
pomiary		Liczba możliwych pomiarów; 0-512 REALTIME=NO; -1 REALTIME=YES
zapisany_czas		Opcja zapisanego czasu (0-2)
temperatura		Użyta temperatura (°C)
piezo_flaga		0 = dźwięk wyłączony; 1 = dźwięk włączony
system_stan		1 = brak ustawienia; 2 = gotowy; 3 = uruchomiony/wykonuje pomiary; 4 = wykonane
okno_początek		0 = jeszcze brakuje polecenia 5; 1-512
okno_koniec		0 = użyj numerów elementów; 1-512
id_numer		6-cyfrowy numer ID (umyślny 0.00000) ustawiany poprzez polecenie 6 ( <i>polecenie_systemu</i> = 5)

## Typ baterii

CBR zasilają 4 baterie zasadowe AA. CBR może pracować bez baterii tylko jeżeli jest podłączony do CBL.

## Instalacja baterii

Przed wymianą baterii wyjdź z programu RANGER.

Trzymając CBR spodem do góry, kciukiem przesunij do tyłu pokrywę komory baterii. Włóż baterie zgodnie ze schematem znajdującym się wewnątrz komory. Dwie baterie włóż biegunem dodatnim do góry w części komory oznaczonej znakiem +. Dwie inne -biegunem ujemnym do góry w części oznaczonej znakiem -. Zasuń z powrotem pokrywę. CBR jest gotowy do rozpoczęcia pomiarów.

## Ostrzeżenia o rozładowaniu baterii

CBR jest zaopatrzony w dwa mechanizmy ostrzeżenia o rozładowaniu baterii:

- Program RANGER wyświetla ostrzeżenie na ekranie kalkulatora nie przerywając gromadzenia danych.
- Czerwone światło miga podczas gromadzenia danych przez CBR.

## Stan naładowania baterii

Możesz sprawdzić stan naładowania baterii przed rozpoczęciem pomiarów. Z menu głównego MAIN MENU wybierz narzędzia TOOLS, a następnie wybierz CBR STATUS. Ukazuje się informacja o stanie baterii: OK czy REPLACE (wymienić).

## Ostrzeżenia dotyczące baterii

- Wymieniaj wszystkie cztery baterie na raz. Pilnuj, aby w komplecie znalazły się baterie jednej firmy. Pilnuj, aby typ baterii jednej firmy był ten sam.
- Zainstaluj baterie zgodnie ze schematami znajdującymi się wewnątrz komory baterii.
- Wykorzystane baterie natychmiast wyrzuć do odpowiedniego pojemnika. Nie zostawiaj baterii w zasięgu dzieci.
- Nie nagzewaj baterii, nie wrzucaj do ognia ani nie przekłuwaj. Baterie zawierają niebezpieczne substancje chemiczne i mogą eksplodować lub rozlać się.
- Nie instaluj akumulatorów i baterii zasadowych jednocześnie.
- Nie wkładaj baterii zasadowych do urządzenia ładującego.

## W razie powstania problemu

<b>Problemy, które mogą powstać:</b>	<b>Sposoby rozwiązania problemów:</b>
Utrudnione przesyłanie programu RANGER czy gromadzenie danych	Sprawdź połączenie kalkulatora z CBR. Zawsze <b>mocno</b> dociskaj obie końcówki kabla. Sprawdź stan naładowania baterii (patrz stronę 186).
CBR samoczynnie rozpoczyna gromadzenie danych	Jeżeli położysz CBR klawiszem <b>TRIGGER</b> w dół, może to spowodować wciśnięcie klawisza <b>TRIGGER</b> i uaktywnienie dokonywania pomiarów. Ponownie naciśnij <b>TRIGGER</b> , aby przerwać pomiary. Gdy masz zamiar przechowywać CBR, należyście wyjdź z programu RANGER (używając QUIT) lub z innego programu CBR lub CBL.
CBR nie przerywa gromadzenia danych	Naciśnij przycisk <b>TRIGGER</b> , aby przerwać pomiary. Powtórz pomiar. Jeżeli problem pozostaje, sprawdź kod programu.
Ukazuje się komunikat LINK ERROR	Połącz CBR z kalkulatorem za pomocą kabla połączeniowego kalkulator-CBR. Sprawdź połączenie kalkulatora z CBR. Zawsze <b>mocno</b> dociskaj obie końcówki kabla. Jeżeli nie chcesz (czy nie możesz) podłączyć CBR do kalkulatora, naciśnij przycisk <b>ON</b> , aby przerwać program, a następnie wybierz QUIT.
Brakuje pamięci	Dla programu RANGER i list danych musisz mieć wystarczający zasób pamięci. Na programy i listy potrzebujesz w przybliżeniu 17,500 bajtów. Usuń niepotrzebne programy lub/oraz dane.
Instrukcje nie pasują do kalkulatora	Niniejszy podręcznik obejmuje wszystkie kalkulatory TI, których można używać z CBR, dlatego może się stać, że niektóre nazwy menu, ekrany czy klawisze podane w tym podręczniku nie zupełnie odpowiadają temu, co masz na swoim kalkulatorze. Wybierz to, co najbardziej Ci pasuje. Na przykład, jeżeli w instrukcji jest powiedziane: "Choose DISTANCE MATCH," (wybierz DISTANCE MATCH), na kalkulatorze TI-83 powinieneś wybrać DIST MATCH.
Odwzorowanie danych nie jest normalne: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ punkty nie tworzą krzywej</li> <li>■ wykresy nie są gładkie</li> <li>■ wykresy są płaskie</li> <li>■ wykres ma przerwy</li> </ul>	Powtórz pomiar, dbając by CBR był skierowany prosto na obiekt. Przeczytaj na stronach 150-156, rady dotyczące efektywnego gromadzenia danych. Sprawdź, czy w <i>strefie wykrywania</i> nie znalazł się uczeń czy jakiś przedmiot. Kiedy w jednym pomieszczeniu jednocześnie używa się dwóch przyrządów CBR, jedna grupa powinna zakończyć pomiary zanim druga grupa rozpocznie swoje. Sprawdź połączenie kalkulatora z CBR. Zawsze <b>mocno</b> dociskaj obie końcówki kabla. Sprawdź stan naładowania baterii (patrz stronę 186). Sprawdź, czy stopień wygładzania nie jest za duży lub za mały.
CBR nie pracuje z TI-85	Sprawdź, czy napis "CBL" figuruje na końcu numeru serii na spodzie kalkulatora. Obecność napisu świadczy o kompatybilności z CBL oraz CBR. Model TI-85 nie posiada funkcji rysowania wykresów statystycznych, dlatego przeprowadzenie niektórych badań (na przykład, używanie <b>TRACE</b> do danych wykresu) nie jest możliwe przy użyciu TI-85.
Zgubiłeś kabel połączeniowy kalkulator-CBR	Możesz użyć kabla połączeniowego kalkulator-kalkulator należącego do wyposażenia kalkulatora. (Kabel kalkulator-kalkulator jest znacznie krótszy, dlatego, jeżeli nie będzie Ci odpowiadał, zamów nowy kabel połączeniowy, który zastąpi zgubiony.)
Baterie często się rozładowują	Gdy masz zamiar przechowywać CBR, należyście wyjdź z programu RANGER (używając QUIT) czy innego programu CBR lub CBL, oraz odłącz CBR od kalkulatora.
Kiedy próbujesz uruchomić program RANGER, nic się nie dzieje	Jeżeli redagowałeś czy przeglądałeś program RANGER, przy kolejnym uruchomieniu kalkulator może potrzebować do dwóch minut na przygotowanie programu do uruchomienia. To jest normalne.
Komunikat diagnostyczny: Zmienna jest zablokowana czy zastrzeżona (dotyczy tylko TI-92)	Musisz odblokować zmienne L1, L2, L3, L4, i L5. Patrz podręcznik użytkownika kalkulatora.

## ***Informacje dotyczące produktów, serwisu oraz zobowiązań gwarancyjnych firmy TI***

### ***Informacje dotyczące produktów oraz usług firmy TI***

Aby uzyskać szczegółowe informacje dotyczące produktów TI oraz ich obsługi, skontaktuj się z TI poprzez Poczta Elektroniczną e-mail albo zajrzyj na witrynę kalkulatorów TI w sieci www.

Poczta Elektroniczna e-mail: **ti-cares@ti.com**

Adres Internetowy: **<http://www.ti.com/calc>**

### ***Informacje dotyczące serwisu oraz zobowiązań gwarancyjnych***

Aby uzyskać informacje dotyczące okresu oraz warunków gwarancji albo serwisu produktu, zajrzyj do karty gwarancyjnej załączonej do tego produktu lub skontaktuj się z lokalnym sprzedawcą/dystrybutorem wyrobów firmy Texas Instruments.

# RANGER MAIN MENU

SETUP / SAMPLE

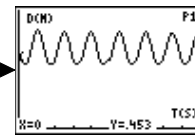
```

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

SET DEFAULTS

```

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



NO  
YES

1-99  
(REALTIME=NO)

DISTANCE  
VELOCITY  
ACCELERATION

[ENTER]  
[TRIGGER]  
DELAY

NONE  
LIGHT  
MEDIUM  
HEAVY

METERS  
FEET

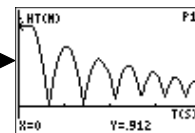
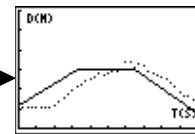
APPLICATIONS

```

UNITS
METERS
FEET
    
```

```

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



```

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

PLOT MENU

REALTIME=NO

```

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

REALTIME=YES

```

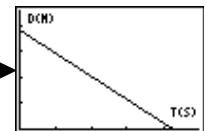
SHOW PLOT
SELECT DOMAIN
REPEAT SAMPLE
MAIN MENU
QUIT
    
```

```

PLOT TOOLS
SELECT DOMAIN
SMOOTH DATA
PLOT MENU
    
```

```

DATA SMOOTHING
LIGHT
MEDIUM
HEAVY
NONE
    
```



TOOLS

```

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

QUIT

