

## Senkrechter Wurf, Wurfparabel

### Versuchsziel

- Gleichzeitige Messung von Ort und Geschwindigkeit beim senkrechten Wurf
- Bestimmung der Erdbeschleunigung

### Rechnerinfo

**Sensoren:** Abstandssensor CBR

**Messmodi:** time graph

**weiteres:** Kennenlernen von „select region“, anfitten von Kurven

### Physik- und Messinfo:

Die Wurfparabel beim senkrechten Wurf eines Balles lässt sich mit dem CBR sehr einfach messen und die Bewegungsgleichung nachvollziehen. Es handelt sich – bei Vernachlässigung der Luftreibung – um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$ . Erwartete Bewegungsgleichungen:

$$s(t) = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

und

$$v(t) = v_0 - g t$$

### Versuchsaufbau:

Der Abstandssensor wird über den Dig/Sonic-Eingang des CBL2 mit dem Rechner verbunden und auf den Tisch oder den Boden gelegt. Über den Sensor wird ein Softball gehalten, hochgeworfen und wieder aufgefangen.

**Achtung:** Startpunkt des Balles muss mindestens 40 cm vom CBR entfernt liegen. Als Experimentator bei der Messung nicht im Weg stehen. Also Hand wegziehen während der Flugphase des Balls.

### Messung

#### Datamate - Hauptmenü

- 1: setup
- Pfeil mit Pfeiltasten auf „mode“, „enter“
- 2: time graph
- 2: change time settings
- Messintervall 0.02 s und Anzahl Messpunkte 100 mit „enter“ eingeben
- 1: ok

- 1: ok

Ball über den Sensor halten, Messung starten:

- 2: start

Ball hochwerfen und wieder auffangen

Neben der **Entfernung** misst das CBR gleichzeitig auch **Geschwindigkeit** und **Beschleunigung** eines Objekts (es wird vermutlich differenziert). Die Beschleunigungswerte sind i. a. aber sehr verrauscht.

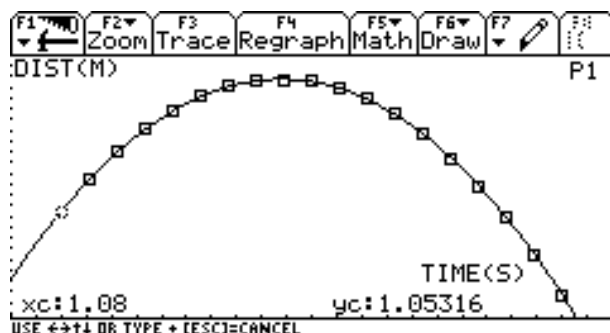
Nach Beendigung einer zeitabhängigen Messung mit dem CBR erscheint daher nicht sofort der Graph, sondern es wird abgefragt, welche Messgröße gegen die Zeit aufgetragen werden soll: mit Pfeiltasten und „Enter“ auswählen, ob Entfernung, Geschwindigkeit oder Beschleunigung gewünscht wird.

Nun kann man Kurven anfitzen - dazu muss man aber den Anfangsbereich der Messung, wo der Ball noch ruhte, und den Endbereich, wo der Ball wieder aufgefangen wurde, mit „select region“ großzügig abschneiden

### Datamate-Hauptmenü

- 3: graph
- Pfeil mit Pfeiltaste auf die gewünschte Kurve stellen
- 2: select region
- Cursor mit Pfeiltasten verstellen und mit „enter“ relevanten Bereich auswählen
- nach Erscheinen der Kurve: „enter“
- 4: analyze
- 2: curve fit
- 5: linear (velo vs time) für Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz oder
- 7: more
- 5: quad (dist vs time) für Weg-Zeit-Gesetz eingeben

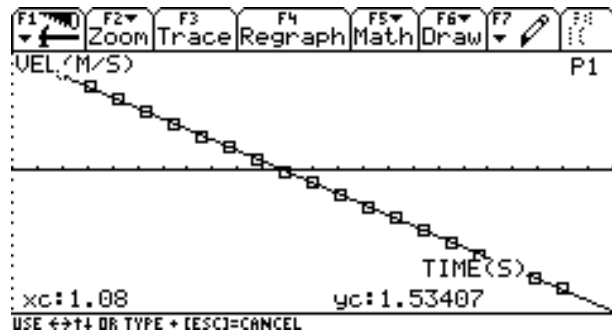
### Messbeispiel mit Anpassung der Funktion $y = ax^2 + bx + c$



Hier: Fitparameter  $a = -4.82 = -g/2$

$$\Rightarrow g = 9.64 \text{ m/s}^2$$

Die Geschwindigkeit nimmt - wie erwartet - linear auf Null ab, wechselt das Vorzeichen und nimmt wieder linear zu:



Der lineare Fit ergibt hier ebenfalls eine Beschleunigung von  $9.64 \text{ m/s}^2$

Anregung zum Versuch wurde [6] entnommen.