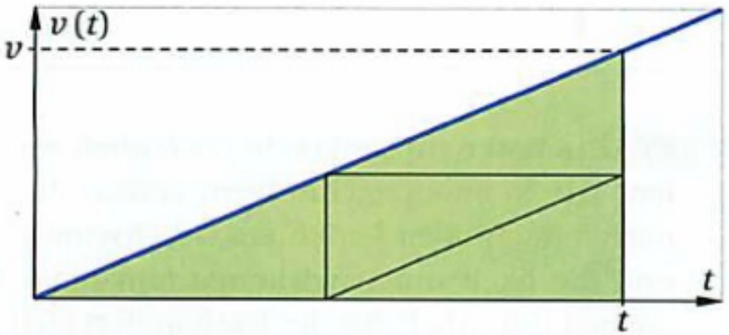
Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen unter dem Einfluss der Schwerkraft

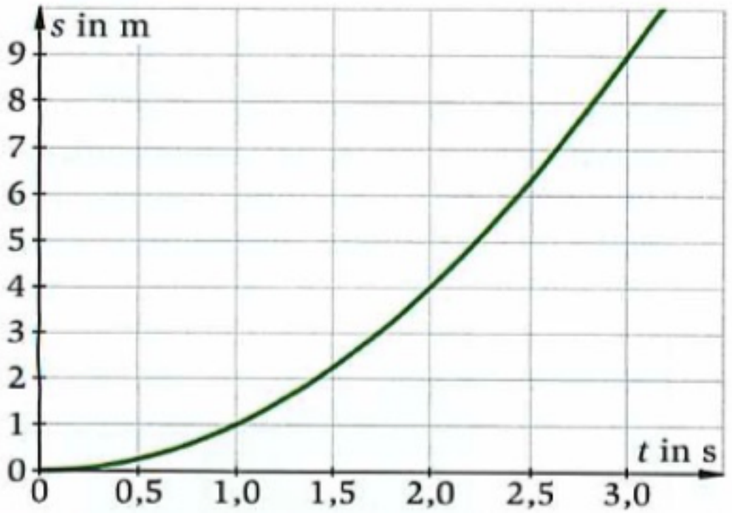
Lies S. 22 und leite die Bewegungsgesetze her:

Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz: $v = a \cdot t$,

Zeit-Ort-Gesetz: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$.



B2 Die Geschwindigkeit nimmt proportional zur Zeit zu. Der Weg bis zum Zeitpunkt t entspricht der Fläche unter der t-v-Kurve: $s = \frac{1}{2} v \cdot t = \frac{1}{2} (a \cdot t) \cdot t = \frac{1}{2} a \cdot t^2$.



B3 Das t-s-Diagramm ist eine Parabel mit Streckfaktor $\frac{1}{2}a$: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$.

t-s-Bewegungsgesetz beim freien Fall

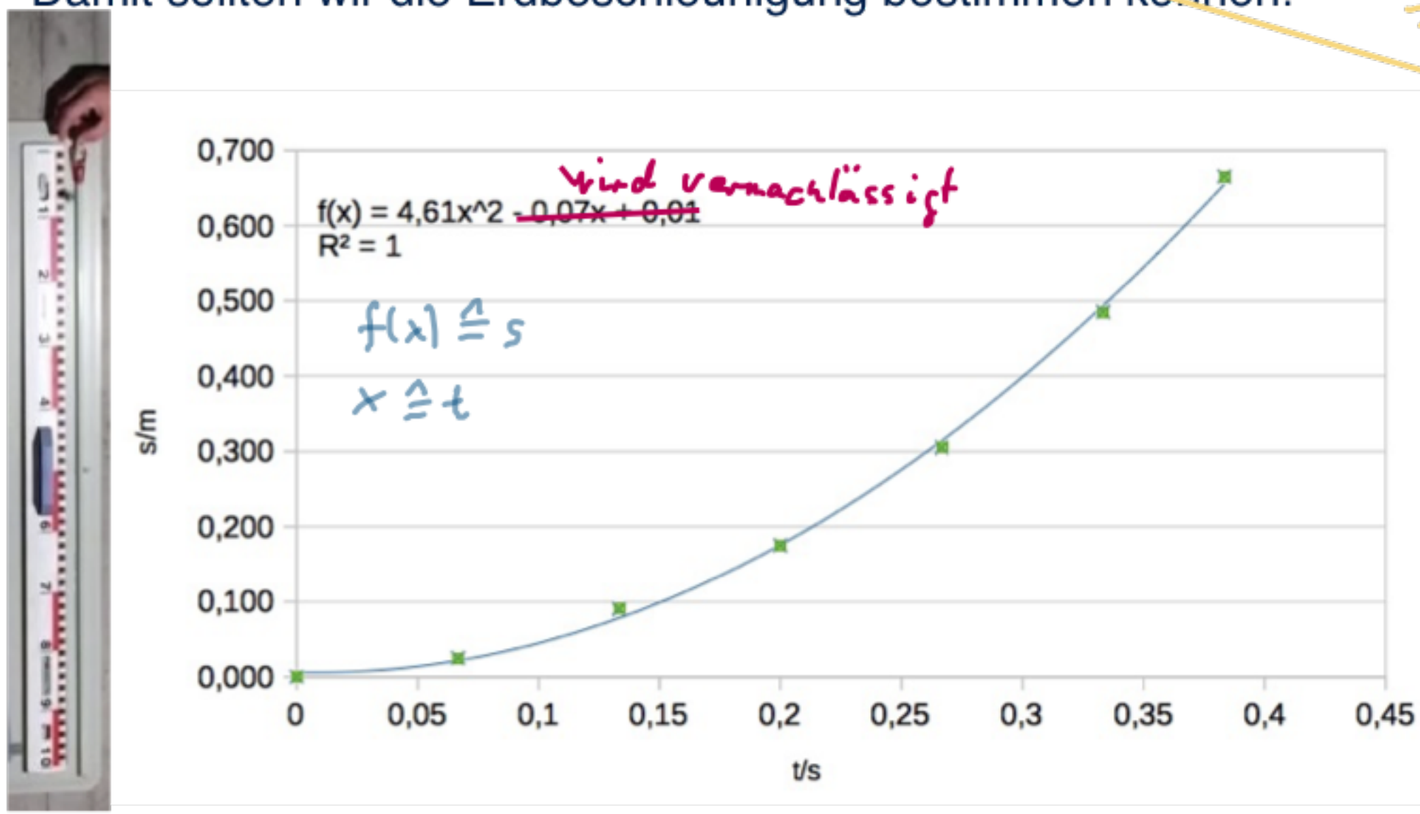
Nun soll die beschleunigende Kraft nur auf den Körper der Masse m wirken, es gilt also a = g.

(Bei der Luftkissenfahrbahn wirkte auf die Gesamtmasse $m_B + m_W$. $F = m_B \cdot g$)

Wir erwarten:

$$\boxed{s(t) = \frac{1}{2} g t^2}$$

Damit sollten wir die Erdbeschleunigung bestimmen können!



$$\frac{1}{2} g = 4{,}61 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \boxed{g = 9{,}22 \frac{m}{s^2}}$$

$$\Rightarrow s = 4{,}61 \cdot t^2$$

Abweichung vom Literaturwert:

$$\Delta g = \frac{9{,}81 - 9{,}22}{9{,}81} = 6\%$$

Das Experiment bestätigt hervorragend das Bew.-Gesetz!

$$\boxed{s = \frac{1}{2} g t^2}$$

Anwendung der Bew.-Gesetze auf allgemeine gleichmäßige Beschl.

A2 Ein Auto (m = 1500 kg) fährt mit der konstanten Beschleunigung 2 m/s^2 an.

a) Berechnen Sie die zur Beschleunigung nötige Kraft.

b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit und den Ort nach 3,0 s.

c) Bestimmen Sie den in den nächsten 5,0 s zurückgelegten Weg, wenn man nach 3,0 s Anfahrzeit die beschleunigende Kraft wegnimmt (ohne Reibung).

Nachtrag zum Versuchsprotokoll "Luftkissenbahn":

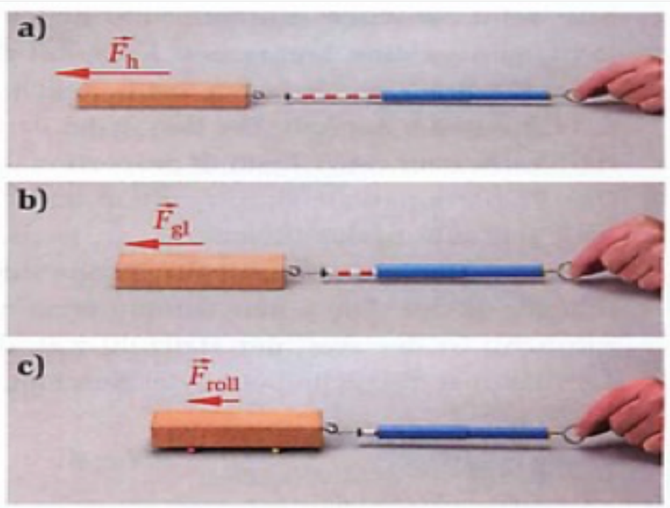
Einige (ungeordnete) Tipps zur Auswertung/zur Benutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen (exemplarisch am Bsp. tabelle3.xls):

Spalte A u. B markiert, Diagramm (xy) erstellt
überflüssige Messwertpaare gelöscht
Diagramm doppelklicken, Punkte anklicken,
Trendlinie einfügen (mit Gleichung und Bestimmtheitsmaß)
10s ≙ 1V, deswegen ist a=Steigung/10!
zusätzlich a=F/m ausrechnen
Vergleich der beiden a-Werte

m_W in kg	m_B in kg	t-v-Messwerte	$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ in m/s^2	$a=\frac{F}{m_{ges}}=\frac{m_B \cdot g}{m_W+m_B}$ in m/s^2
0,1842	0,002	tabelle1.xls	0,103	0,105
0,1842	0,003	tabelle2.xls	0,151	0,157
0,0833	0,003	tabelle3.xls	0,336	0,341
0,282	0,0152	tabelle4.xls	0,477	0,502

Fazit:
Die experimentell ermittelten Beschleunigungen (Spalte 4) stimmen sehr gut mit den theoretischen Werten (Spalte 5) überein.
Die systematisch größeren theoretischen Werte erklären sich womöglich dadurch, dass die Experimente nicht vollständig reibungsfrei abliefen.

Reibungskräfte



V3 **a)** Mit einem Kraftmesser ziehen wir vorsichtig am Klotz, bis er zu rutschen beginnt. Der zuletzt abgelesene Wert ist der Betrag $F_{h,\,max}$ der maximalen Haftreibungskraft.
b) Während wir den Klotz gleichfömig über die Platte ziehen, lesen wir den Betrag F_{gl} der Gleitreibungskraft ab.
c) Untergelegte runde Bleistifte liefern den Betrag F_{roll} der Rollreibungskraft.
Nach Auflegen eines Wägestücks werden die Messungen wiederholt.

Stoffpaar	f_h	f_{gl}
Stahl/Stahl (trocken)	0,15	0,05
Stahl/Teflon	0,04	0,04
Holz/Holz	≤ 0,6	≤ 0,5
Holz/Stein	0,7	0,3
Gummi/Straße	0,9	0,8
Schlittschuh/Eis	0,03	0,01

Ergebnis:
In vielen Situationen gilt in guter Näherung

$$F_{h,\,max} = f_{h,\,max} \cdot F_N \quad \text{und} \quad F_{gl} = f_{gl} \cdot F_N .$$

Schlussfolgerungen für das Bremsen
eines Autos (vgl. S. 28):
Für einen Gummireifen bei trockener Fahrbahn ist der Wert der Haftzahl 0,9.
Damit ist der maximal mögliche Betrag der Beschleunigung:

$$F_{Brems} = f_{h,max} \cdot mg \overset{F=m\cdot a}{\Longrightarrow} a = \frac{F_{Brems}}{m} = \frac{f_{h,max} \cdot m \cdot g}{m}$$

$$= f_{h,max} \cdot g = 0{,}9 \cdot g = 8{,}8\,\frac{m}{s^2}$$

$$v(t) = v_0 - a \cdot t \overset{!}{=} 0\,\frac{m}{s}$$

$$\Leftrightarrow v_0 = a \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{v_0}{a} \Rightarrow s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} a \cdot \frac{v_0^2}{a^2} = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{v_0^2}{2a}$$ Bremsweg

Bsp.: $v_0 = 100 \frac{km}{h} = 28 \frac{m}{s}$, $a = 8{,}8 \frac{m}{s^2}$

$$\Rightarrow \quad s = \frac{\left(28 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 8{,}8 \frac{m}{s^2}} = \underline{\underline{45\,m}}$$